2ª edizione
maggio 2005

Procedure di sicurezza in laboratorio

Agenti chimici pericolosi, gas, liquidi criogenici e apparecchiature

Università degli Studi di Pavia

Università degli Studi
di Pavia

Procedure di sicurezza in laboratorio

Agenti chimici pericolosi, gas, liquidi criogenici e apparecchiature

Area Ambiente e Sicurezza
via S. Epifanio, 12 - 27100 Pavia
http://www.unipv.it/safety - fisanit@unipv.it

PROCEDURE DI SICUREZZA IN LABORATORIO
AGENTI CHIMICI, GAS, LIQUIDI CRIOGENICI E APPARECCHIATURE

SOMMARIO:

Il problema dell'adozione di idonee procedure operative all'interno dei laboratori ove sono utilizzate sostanze e/o apparecchiature pericolose riveste importanza ai fini della tutela della salute all'interno dei luoghi di lavoro ed assume particolare rilevanza in ambito universitario, per la funzione di formazione e di ricerca che l'Università è chiamata a svolgere.
Anche presso l'Ateneo pavese sono presenti diversi laboratori (chimici, biochimici e fisico-ingegneristici), all'interno dei quali le attività di ricerca e di didattica vanno assumendo dimensioni notevoli, talvolta accompagnate dall'impiego di sostanze pericolose, sia pure in quantità modeste, tali da non determinare l'insorgenza di rischi di elevata entità.
Considerata l'esigenza di limitare al massimo i rischi comunque esistenti, l'Amministrazione universitaria ha ritenuto opportuno emanare queste linee guida, con l'intento di fornire un utile supporto a tutto il personale operante presso i laboratori dell'Ateneo, specialmente a coloro - docenti, responsabili delle attività - che hanno il delicato ruolo di formatori degli studenti ad essi affidati: supportare tali operatori significa pertanto garantire anche agli studenti adeguate conoscenze nell'ambito della sicurezza.
Si vuole a tale proposito ricordare che la stessa normativa sulla sicurezza e salute sul luogo di lavoro rimarca la necessità di procedere alla formazione ed informazione del personale - a cui gli studenti sono equiparati -, sottolineando di fatto l'importanza che un'adeguata conoscenza delle norme e delle procedure di sicurezza riveste nell'ambito della prevenzione.
Per quanto sopra, si confida che docenti e responsabili di attività si facciano parte in causa per la diffusione e la corretta applicazione di quanto riportato nelle presenti linee guida.

Pavia, maggio 2005

Il delegato del Rettore
(Prof. Alberta Leonarda Vergine)

Il Rettore
(Roberto Schmid)

Il Direttore Amministrativo
(Dott. Piero Zanello)

1. PREMESSA

Il presente documento contiene le ***procedure operative generali*** per la conduzione in sicurezza di attività con agenti chimici, ivi compresi quelli cancerogeni, mutageni e teratogeni, gas (compressi, liquefatti, disciolti), liquidi criogenici e apparecchiature connesse, utilizzati nei laboratori (chimici, biochimici, fisico-ingegneristici) dell'Ateneo pavese.
È rivolto a tutto il personale che opera in laboratori gestiti dall'Università e in particolar modo ai Direttori di Struttura e ai Responsabili delle attività per la stesura di procedure operative specifiche, nonché per l'allestimento di laboratori e l'acquisto di materiali o apparecchiature.
Il documento contiene le norme di comportamento generali che devono essere osservate da tutti gli operatori di laboratorio (cap. 2) e le procedure di sicurezza riferite più specificamente alla manipolazione, alla conservazione, alle misure di prevenzione e protezione e agli eventuali adempimenti connessi all'utilizzo di agenti chimici (cap. 3), agenti cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione (cap. 4), gas tecnici e liquidi criogenici (cap. 5). Al cap. 6 sono poi trattate le procedure di sicurezza volte a minimizzare i rischi connessi all'utilizzo di alcune categorie di apparecchiature pericolose (elettriche, in pressione, sotto vuoto, ecc.), senza entrare nel dettaglio di singole attrezzature specifiche o determinate sperimentazioni. Nei cap. 7 e 8 sono trattati rispettivamente i dispositivi di protezione collettiva (sistemi di aerazione e aspirazione) e i Dispositivi di Protezione Individuale necessari agli operatori di laboratorio per ridurre i rischi di esposizione. Infine sono trattate le procedure di emergenza basilari (cap. 9) da porre in atto quando in laboratorio si verifica un versamento di prodotti chimici o una fuga di gas con possibile coinvolgimento e contaminazione degli operatori.
Gli allegati puntualizzano ed integrano alcuni aspetti trattati nei diversi capitoli; nell'*Allegato 1*, in particolare, è presentato un elenco aggiornato delle sostanze per cui la normativa vigente stabilisce un valore limite di soglia, mentre l'Allegato 2 riporta il modello adottato dall'Ateneo Pavese per il registro di utilizzo degli agenti cancerogeni e mutageni. Vi sono poi un elenco aggiornato di gas tossici (*Allegato 3*), le diverse tipologie di filtri per dispositivi di aspirazione (*Allegato 4*) e per maschere antigas (*Allegato 5*). Infine, gli ultimi tre allegati sono riservati alla simbologia cromatica dei gas in bombole (*Allegato 6*), alle periodicità di revisione delle bombole (*allegato 7*) e alla segnaletica di sicurezza in laboratorio (*Allegato 8*).
Le linee guida sono state elaborate ed aggiornate dall'Area Ambiente e Sicurezza, ai sensi e per effetto dell'art. 4,2° e dell'art. 9 del D.Lgs. 626/94 e succ. mod. e integr., a complemento del "*Regolamento interno d'Ateneo per l'utilizzo di agenti biologici e chimici pericolosi*" emanato con D.R. 04/DIS/00 del 13/06/2000.

Pavia, maggio 2005

RESP. SERV. PREVENZIONE E PROTEZIONE
Davide Barbieri

2. NORME DI COMPORTAMENTO GENERALI IN LABORATORIO

Coloro che hanno accesso ai laboratori sono tenuti a rispettare le seguenti norme di carattere generale:

- attenersi scrupolosamente alle procedure operative generali e a quelle specifiche definite dal Responsabile delle attività;
- informare tempestivamente il Responsabile delle Attività di qualsiasi situazione pericolosa creatasi e del cattivo funzionamento di apparecchiature, dispositivi di protezione individuale e collettiva, dispositivi di emergenza;
- non lavorare mai da soli durante le attività che presentino, nel giudizio del Responsabile, un certo grado di pericolosità;
- avvertire i colleghi prima di eseguire qualsiasi operazione particolarmente pericolosa;
- non avvicinarsi a zone ove si effettuano operazioni pericolose, se non vi è la necessità;
- rispettare la segnaletica di sicurezza presente;
- non tenere nei laboratori quanto non sia strettamente necessario per lo svolgimento delle esperienze (ad es. effetti personali), in particolare materiali ingombranti o facilmente combustibili;
- indossare sempre il camice di protezione, di cotone o tessuto non infiammabile; evitare l'uso di camici in materiali sintetici, in particolare se acrilici, in quanto condensano l'elettricità elettrostatica e possono dal luogo a scintille; inoltre, in caso prenda fuoco, il materiale acrilico fonde ed aderisce al corpo dell'infortunato;
- indossare sempre gli occhiali di sicurezza in laboratorio;
- tenere pulito e in ordine il banco di lavoro, le cappe, gli indumenti e le attrezzature di uso comune; prima di lasciare il laboratorio al termine del lavoro accertarsi che le apparecchiature utilizzate, eccetto quelle necessarie, siano state spente;
- osservare le basilari norme igieniche (es. lavarsi le mani alla fine del lavoro, ecc.);
- non usare recipienti o apparecchiature da laboratorio (es. frigoriferi) come contenitori di sostanze alimentari;
- non fumare, non ingerire alimenti o bevande, non masticare gomme americane, non truccarsi in laboratorio; non mettersi lenti a contatto, poiché possono essere causa di un accumulo di sostanze nocive e, in caso di incidente, possono peggiorarne le conseguenze o pregiudicare le operazioni di primo soccorso;
- indossare scarpe chiuse (non indossare sandali o scarpe traforate) e, per talune operazioni (es. travaso, spostamento di materiale pesante), scarpe di sicurezza;
- raccogliere dietro la nuca i capelli lunghi;
- non scaricare rifiuti nei lavandini.

3. AGENTI CHIMICI

3.1. Definizioni

Agenti chimici:
- tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi sul mercato.

Agenti chimici pericolosi:
- agenti chimici classificati come sostanze pericolose ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modifiche, nonché gli agenti che corrispondono ai criteri di classificazione come sostanze pericolose di cui al predetto decreto e contrassegnati da apposita iconografia (vedasi anche sito Internet alla pagina http://www.unipv.it/safety);
- agenti chimici classificati come preparati pericolosi ai sensi del decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, e successive modifiche, nonché gli agenti che corrispondono ai criteri di classificazione come preparati pericolosi di cui al predetto decreto;
- Agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi, in base ai punti precedenti, possono comportare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati (es. liquidi criogenici, polveri di saldatura, ecc.) o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale (come da Allegato VIII-*bis* del D.Lgs. 626/94 e s.m.i.) o per gli effetti prodotti sull'organismo umano (es. gas inerti)
- sostanze e preparati prodotti nel corso di attività di ricerca e servizio, i cui effetti sull'organismo umano non sono noti e quindi da considerarsi potenzialmente pericolosi;
- rifiuti chimici inorganici ed organici (es. miscele di solventi organici clorurati, ecc.), contenenti sostanze o preparati di cui ai punti precedenti.

3.2. Rischi connessi alla presenza e all'utilizzo di agenti chimici pericolosi

La manipolazione di agenti chimici nei laboratori universitari è connessa alle seguenti attività principali:
- sintesi, purificazione, neutralizzazione di sostanze chimiche organiche ed inorganiche;
- preparazione e titolazione di soluzioni;
- analisi di sostanze chimiche organiche ed inorganiche mediante tecniche strumentali;
- analisi in campo medico e biologico;
- pulizia e sgrassatura di materiali con utilizzo di solventi;
- conservazione di reperti biologici;
- operazioni chirurgiche;
- sperimentazione animale;
- operazioni di saldatura;
- operazioni di falegnameria;
- fissaggio e sviluppo fotografico;
- operazioni di trasporto, travaso, stoccaggio (comprese quelle relative a reflui e rifiuti chimici);
- sperimentazione con utilizzo di apparecchiature laser, risonanza magnetica nucleare ed altre attività di ricerca e didattica in laboratori fisico-ingegneristici che prevedono utilizzo di reagenti e prodotti chimici;

I rischi derivanti dalla loro manipolazione sono sia di tipo <u>infortunistico</u>:
- rischi da esplosione ed incendio (sostanze e preparati infiammabili, esplosivi, comburenti);
- rischi di contatto accidentale, ingestione, inalazione (sostanze e preparati irritanti, corrosivi, criogenici, ecc.);

sia di tipo <u>igienico-ambientale</u>:
- esposizione acuta o prolungata a sostanze e preparati nocivi e/o tossici, assunti dall'organismo per contatto cutaneo, ingestione o inalazione.

L'impiego di agenti chimici è riservato solo a coloro che hanno ricevuto adeguata informazione e formazione sulle corrette procedure da osservare.

3.3. Conservazione

In laboratorio è consentito tenere agenti chimici nelle quantità strettamente necessarie alle sperimentazioni in corso, all'interno di armadi chiusi, preferibilmente di sicurezza. È da evitare l'utilizzo di scaffali aperti.

Le scorte devono essere immagazzinate in locali separati, meglio se esterni, adeguatamente compartimentati, dotati di idonei dispositivi antincendio e di adeguata aerazione (finestre, sistemi di ventilazione forzata); ai piani si possono prevedere locali separati dai laboratori ove conservare i prodotti necessari durante la settimana lavorativa.

Gli **armadi** devono essere posizionati lontano da corridoi, da aree di lavoro, dalle vie di accesso ai laboratori e in generale ai locali, da uscite di sicurezza, da fiamme libere e fonti di calore (bunsen, stufe, ecc.) e non devono ostacolare il raggiungimento di dispositivi di emergenza (estintori, cassetta del primo soccorso, stazioni di lavaggio oculari, ecc.). Gli armadi aspirati, in particolare, devono essere posizionati in modo tale che sia possibile il convogliamento del flusso d'aria in espulsione verso l'esterno.

Il reagentario deve essere un armadio a ripiani in materiale ignifugo e resistente agli acidi, preferibilmente di sicurezza (armadi aspirati/antincendio) per particolari categorie di prodotti (acidi, basi, sostanze infiammabili e/o tossiche), dotato di porte che ne permettano la chiusura; inoltre deve essere dotato di:

- ripiani con bordo esterno rialzato per evitare lo scivolamento dei contenitori e per contenere eventuali perdite o versamenti; in alternativa si possono usare vaschette di materiale idoneo ove riporre flaconi e bottiglie;
- vasca di raccolta almeno alla base della pila di ripiani;
- indicazione dei pericoli dei prodotti contenuti, mediante apposita segnaletica di sicurezza;
- particolari caratteristiche di resistenza al fuoco, se trattasi di armadio antincendio.

Su ogni armadio deve inoltre essere affisso un foglio contenente le seguenti informazioni:

- l'elenco dei prodotti contenuti con relative indicazioni di pericolo e data di aggiornamento dell'elenco stesso;
- i riferimenti su dove trovare le relative schede di sicurezza;
- il nome e numero telefonico del Responsabile delle attività/di laboratorio.

All'interno degli armadi, i prodotti devono essere disposti in modo tale che:

- i corrosivi, i caustici e gli irritanti si trovino al di sotto del livello degli occhi;
- nei ripiani inferiori trovino posto i contenitori più grandi e le sostanze più pericolose;
- i contenitori non siano ammassati uno sopra l'altro e non sovraccarichino troppo il ripiano;
- i contenitori rechino idonea etichetta con indicazione almeno del nome chimico della sostanza o del preparato, della classe e del simbolo di pericolo;
- siano rispettate le eventuali indicazioni particolari indicate nella Scheda Dati di Sicurezza (voce Manipolazione e Stoccaggio);
- siano rispettate le reciproche incompatibilità;
- siano separati i solidi dai liquidi;
- siano al riparo dall'azione diretta dei raggi solari e da altre fonti di calore.

Alcune sostanze necessitano di precauzioni particolari:

- i liquidi infiammabili devono essere conservati in armadi antincendio ad uso esclusivo; quelli che necessitano di basse temperature, devono essere conservati in frigoriferi ad esecuzione, cioè privi di contatti elettrici interni;

- gli agenti ad elevata tossicità devono essere riposti separatamente in armadi preferibilmente aspirati e chiusi a chiave;
- per i prodotti particolarmente reattivi e soggetti a diminuzione della loro stabilità chimica col tempo o al contatto con l'aria (es. perossidi organici, acido perclorico, ecc.) deve essere indicata sull'etichetta la data di acquisto e quella di apertura.

3.4. Manipolazione

L'utilizzo di agenti chimici richiede attenzione e il rispetto di alcune regole fondamentali:

- leggere sempre attentamente l'**etichetta** sul contenitore, che fornisce le prime indicazioni sulla pericolosità e sulle precauzioni da adottare (simbolo di pericolo, frasi di rischio R e consigli di prudenza S); tali indicazioni sono integrate da quelle contenute nella **Scheda Dati di Sicurezza**, che deve sempre essere consultata prima di utilizzare un agente chimico pericoloso per la prima volta e ogniqualvolta non se ne conoscano le caratteristiche di pericolosità;
- considerare pericoloso un prodotto di cui non si conoscono le proprietà fisico-chimiche e/o tossicologiche;
- non effettuare operazioni di qualsiasi tipo se non si è sicuri degli effetti che avranno luogo; in caso di dubbio o incertezza, riferirsi sempre al Responsabile delle attività;
- non lasciare incustodite le reazioni in corso a meno che gli apparecchi impiegati non siano specificatamente qualificati per funzionare in sicurezza in assenza di operatori. Se è necessario lasciare una reazione di lunga durata sotto cappa, segnalare con un cartello firmato dal Responsabile delle attività: il tipo di reazione, i reattivi pericolosi presenti, il tempo di reazione (inizio/durata/fine);
- predisporre adeguate misure di sicurezza per le reazioni particolarmente pericolose (es. reazioni fuggitive), isolandole se necessario in aree del locale appositamente dedicate e protette;
- non sostituire all'interno di un esperimento o di un'operazione di routine un prodotto con un altro senza autorizzazione del Responsabile delle attività: ogni sostanza ha caratteristiche fisiche, chimiche e tossicologiche proprie;
- utilizzare i Dispositivi di Protezione Individuale indicati nella Scheda Dati di Sicurezza della sostanza manipolata e/o suggeriti dal Responsabile delle attività (vedasi anche capitolo specifico);
- operare sotto cappa chimica, qualora la pericolosità del prodotto lo renda necessario, ad efficienza idonea alla sostanza manipolata;
- non annusare un prodotto per identificarne la natura;
- non utilizzare pipette a bocca, ma propipette.

3.5. Trasporto e travaso di agenti chimici liquidi

- non travasare solventi da fusti a bottiglie in laboratorio; il travaso deve essere effettuato in locale idoneo, separato dal laboratorio, e da personale autorizzato dal Direttore o dal Responsabile delle attività;
- collegare elettricamente a terra i fusti metallici contenenti liquidi infiammabili, durante le operazioni di travaso;
- utilizzare secchielli in plastica muniti di manico, per il trasporto di liquidi contenuti in bottiglie e flaconi; per trasporti di un certo peso utilizzare il carrello;
- non trasportare contemporaneamente nello stesso secchiello o carrello prodotti chimici incompatibili (es. sostanze comburenti e liquidi infiammabili).

3.6. Etichettatura e Schede Dati di Sicurezza

L'etichetta di una sostanza o di un preparato permette di identificare immediatamente e sinteticamente i principali rischi chimico-fisici e tossicologici noti.
Sulle etichette si trovano, tra le altre, le seguenti informazioni:

a) i **simboli di pericolo**, neri su sfondo arancione;
b) le **frasi di rischio** (frasi R) che si riferiscono alla natura del rischio;
c) i **consigli di prudenza** (frasi S) che forniscono indicazioni sintetiche sulle modalità per operare in sicurezza.

Le informazioni riportate in etichetta si riferiscono solo all'impiego previsto, non vi si trovano infatti informazioni in merito allo stoccaggio, allo smaltimento o alla gestione dell'emergenza.
Un elenco aggiornato dei simboli e delle frasi R e S è contenuto nei cataloghi dei prodotti in commercio ed è disponibile sul sito Web dell'Area Ambiente e Sicurezza (http://www.unipv.it/safety).
Le Schede sono gratuite, devono accompagnare obbligatoriamente (D.Lgs. 52/97 e s.m.i.) i prodotti pericolosi in commercio e sono composte da 16 voci standardizzate, redatte nella lingua del Paese di impiego; in esse sono contenute informazioni più approfondite rispetto all'etichetta comprendendo oltre all'impiego previsto le informazioni per la gestione dell'emergenza.

3.7. Valori limite di esposizione professionale e valori limite biologici

I valori limite di esposizione professionale o valori limite di soglia (TLV = Threshold Limit Value, *ACGIH*) indicano le concentrazioni delle sostanze aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno senza effetti negativi per la salute, fatti salvi casi di ipersensibilità individuale. Il fumo può incrementare gli effetti biologici delle sostanze chimiche presenti nell'ambiente di lavoro e può ridurre i meccanismi di difesa dell'organismo contro le sostanze tossiche.

Sono previste tre categorie di TLV:

- **TLV-TWA (Time Weighted Average)**: concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa di otto ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti negativi.
- **TLV-STEL (Short Time Exposure Limit)**: concentrazione alla quale i lavoratori possono essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo (15 minuti), purché il TLV-TWA giornaliero non venga superato. Il TLV-STEL costituisce un valore limite di esposizione che integra il valore di TLV-TWA di una sostanza, la cui azione tossica sia principalmente di natura cronica, qualora esistano effetti acuti riconosciuti.
- **TLV-C (Ceiling)**: concentrazione che non deve essere superata nemmeno per un brevissimo periodo di tempo durante qualsiasi momento dell'attività lavorativa.

I TLV hanno valore di raccomandazione e devono essere utilizzati per buone pratiche operative.

I valori limite biologici o indici biologici di esposizione (**IBE**) rappresentano i valori del livello dell'indicatore (la stessa sostanza chimica, il/i suo/i metabolita/i o un cambiamento reversibile caratteristico provocato dalla sostanza chimica) che, con elevata probabilità, è possibile riscontrare in campioni organici (sangue, urina) prelevati su lavoratori sani, esposti a livelli di concentrazione nell'aria dell'ordine di grandezza del TLV-TWA.

La legislazione vigente italiana fornisce valori limite di esposizione solo per alcuni agenti chimici (*Allegato 1*). Per altri agenti chimici sono adottati i TLV e gli IBE proposti dall'ACGIH americana e ratificati in Italia dall'AIDII (Associazione Italiana degli Igienisti Industriali). La pubblicazione aggiornata è disponibile presso l'Area Ambiente e Sicurezza.

I TLV e gli IBE degli agenti chimici per i quali sono previsti sono utilizzati quali valori di riferimento rispettivamente per il monitoraggio dell'aria nell'ambiente di lavoro e per il monitoraggio biologico ai fini della valutazione dell'esposizione professionale degli operatori presso laboratori didattici e di ricerca. I monitoraggi sono condotti a cura dell'Area Ambiente e Sicurezza, anche su richiesta del Direttore o del Responsabile delle attività, qualora questi ritengano possano esserci situazioni pericolose.

Sul sito Web dell'Area Ambiente e Sicurezza (http://www.unipv.it/safety) sono indicati i valori limite di esposizione per le sostanze chimiche più comunemente utilizzate in laboratorio.

3.8. Misure di prevenzione e protezione contro le esplosioni (Titolo VIII-bis D. Lgs 626/94 e s.m.i.)

Per "Atmosfera esplosiva" si intende una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas. vapori, nebbie o polveri in cui, dopo l'accensione, la combustione si propaga all'insieme della miscela incombusta.
Un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva, in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori interessati. è considerata area esposta a rischio di esplosione ai sensi del titolo VIII-bis del D. Lgs 626/94 (cosi come modificato dal D. Lgs. 233/03) e come tale soggetta a classificazione in base alla tipologia di emissione ed al relativo grado di ventilazione. Si definiscono, in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive, le seguenti zone (Norme CEI 31/30):

- **Zona 0**. Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
- **Zona 1**. Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.
- **Zona 2**. Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia, o qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

Le sostanze infiammabili e combustibili sono da considerare come sostanze che possono formare un'atmosfera esplosiva a meno che l'esame delle loro caratteristiche non abbia evidenziato che esse, in miscela con l'aria, non sono in grado di propagare autonomamente un'esplosione.
Analoghe considerazioni devono essere effettuate anche in caso d'uso di sostanze solide in condizioni tali da portare alla formazione di polveri fini aerodisperse: una attenta valutazione merita anche il caso dei gas comburenti.
Data l'estrema diversificazione delle attività in ambito universitario, la variabilità e le esigue quantità di sostanze impiegate risulta difficile definire la possibilità di formazione d'atmosfere potenzialmente esplosive; tale situazione è ipotizzabile soprattutto in caso d'eventi accidentali ed in luoghi particolarmente confinati (es. frigoriferi, depositi). Il rischio maggiore è connesso alla presenza di gas infiammabili (metano, idrogeno, acetilene, ecc.)
Le disposizioni indicano prescrizioni dettagliate e rigorose relative ai requisiti tecnici minimi di sicurezza dei luoghi di lavoro che presentano il rischio di formazione di atmosfere esplosive e delle attrezzature da utilizzarsi in tali luoghi.

Si ritiene opportuno richiamare l'attenzione anche nei confronti dei depositi di solventi infiammabili, nonché sul particolare "ambiente di lavoro" rappresentato dal volume di lavoro della cappa chimica, il quale, come mostra l'esperienza, può diventare un possibile luogo pericoloso a causa della potenziale formazione di atmosfere esplosive, in funzione dell'efficienza di aspirazione e della natura degli agenti utilizzati in particolari attività.

3.8.1 Misure di tutela

Ai fini dell'eliminazione / riduzione dei rischi residui eventualmente rilevati e derivanti da atmosfere esplosive, è necessario adottare:
- accorgimenti per l'impiego sicuro delle attrezzature di lavoro:
- misure tecniche / organizzative / procedurali, sulla base di quanto indicato dal disposto di legge e previste per ciascun luogo in cui si è rilevata la presenza del rischio.

Interventi di tipo organizzativo-gestionale:
- Predisporre procedure operative specifiche scritte per l'esecuzione di attività comportanti la formazione di atmosfere esplosive (accesso e permanenza a laboratori e depositi: conservazione, manipolazione e trasporto di agenti chimici infiammabili o esplosivi: utilizzo di particolari apparecchiature), dandone adeguata informazione a tutti gli operatori anche mediante affissione di istruzioni scritte permanenti nei locali interessati.
- Limitare la concentrazione in ambiente delle sostanze infiammabili mediante un'adeguata ventilazione sia naturale che forzata (utilizzo di cappe. impianti di reintegro dell'aria, ecc.): dove possibile sostituire gli infiammabili con sostanze non infiammabili.
- Evitare accumuli di polvere, in quanto strati, depositi o cumuli di polvere combustibile sono considerati come qualsiasi altra fonte che possa formare un'atmosfera esplosiva.
- Segnalare. mediante apposita cartellonistica. il pericolo di atmosfèra esplosiva, il divieto di usare fiamme libere, nonché il divieto di portare telefoni cellulari accesi, in tutti i luoghi classificati come zone pericolose (zone 0, 1 e 2).
- Verificare periodicamente le condizioni di sicurezza dei dispositivi (raccordi, valvole, riduzioni) degli impianti di distribuzione di gas infiammabili e le condizioni di sicurezza delle apparecchiature elettriche.
- Regolamentare l'accesso e la partecipazione alle attività che comportano rischi particolari con il controllo diretto di personale qualificato.

Interventi di tipo tecnico:
- Sostituire, laddove possibile, le bombole con generatori (es. idrogeno per i gas-cromatograti).
- Delimitare la fascia di rispetto attorno ai luoghi classificati come zone 0 (es. deposito esterno di bombole), provvedendo all'apposizione di idonea cartellonistica di pericolo.
- Predisporre adeguati sistemi di ventilazione forzata dell'aria quali ad esempio sistemi di reintegro, cappe aspiranti e armadi ventilati per la conservazione delle sostanze infiammabili.
- Posizionare rilevatori di gas, collegati ad un sistema di comando ad elettrovalvola, per l'interruzione del flusso di gas in caso di guasto.
- Gli impianti elettrici e le apparecchiature devono essere idonee per l'utilizzo in zone a rischio di esplosione qualora il particolare ambiente di lavoro sia classificato in base alle norme Atex (vedere capitolo 10 di questo manuale per i riferimenti).

3.9. Sostanze stupefacenti o psicotrope

Secondo l'art. 49 del DPR 309/90 (Legge 685/75, art. 49) ai fini della ricerca scientifica e della sperimentazione o per indagini richieste dall'autorità giudiziaria, gli istituti d'istruzione universitaria ed i titolari di laboratorio di ricerca scientifica e sperimentazione possono essere autorizzati a provvedersi di quantitativi di sostanze stupefacenti o psicotrope occorrenti per ciascun ciclo di ricerca di sperimentazione. L'autorizzazione è rilasciata dall'Ufficio Centrale Stupefacenti del Ministero della Salute, previa determinazione dei quantitativi predetti ed ha durata biennale.
Tali sostanze devono essere tenute in un armadietto chiuso a chiave.

4. AGENTI CANCEROGENI, MUTAGENI E TOSSICI PER IL CICLO RIPRODUTTIVO

Fermo restando quanto indicato nel paragrafo precedente (Agenti chimici) si elencano di seguito particolari indicazioni in merito ad agenti cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione.

4.1. Definizioni[1]

Sono agenti cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione:

- gli agenti chimici pericolosi indicati con le frasi di rischio:
  R45 "può provocare il cancro";
  R49 "può provocare il cancro per inalazione";
  R46 "può provocare alterazioni genetiche ereditarie";
  R60 "può ridurre la fertilità";
  R61 "può danneggiare i bambini non ancora nati";
- i preparati che contengono più dello 0,1% di sostanze etichettate con le suddette frasi di rischio;
- gli agenti definiti cancerogeni o mutageni che rientrano nei processi industriali di cui all'Allegato VIII del D.Lgs. 626/94 così come modificato da ultimo dal D.Lgs. 66/00.

4.2. Manipolazione

- isolare le lavorazioni con agenti cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione;
- segnalarne il pericolo con idonea cartellonistica (triangolo con teschio nero in campo giallo), vietare l'accesso al personale non autorizzato;
- utilizzare cappe chimiche ad alta efficienza (classe C con velocità frontale possibilmente pari a 0,7 m/s, vedasi capitolo 7- Sistemi di aerazione e aspirazione localizzata) o glove box (in particolare per le polveri), appositamente dedicate;
- utilizzare i Dispositivi di Protezione Individuali indicati nella Scheda Dati di Sicurezza dell'agente utilizzato ovvero suggeriti dal Responsabile delle attività;
- compilare il registro di esposizione (Allegato 2) per ogni manipolazione;
- minimizzare il numero degli operatori che manipolano tali agenti.

4.3. Conservazione

- riporre dopo ogni utilizzo i contenitori in armadio di sicurezza antincendio, chiuso a chiave, posizionato in luogo segnalato e separato dalle attività di laboratorio;
- separare gli agenti cancerogeni, mutageni e tossici per il ciclo riproduttivo dagli altri agenti chimici.

4.4. Procedure di emergenza

- in caso di incendio astenersi da qualsiasi intervento, abbandonare il locale, avvisare la squadra di emergenza e riferire ai VV.F. la presenza di agenti cancerogeni nel locale che ha preso fuoco; effettuare misure di contaminazione ambientale prima di riprendere l'attività (interpellare l'Area Ambiente e Sicurezza);
- in caso di versamenti cospicui di materiale, rendere temporaneamente inagibile il locale fino a che non siano state condotte misure di contaminazione ambientale; aerare il locale prima di riprendere l'attività lavorativa;
- in caso di intossicazione, consultare la Scheda Dati di Sicurezza dello specifico prodotto.

4.5. Ulteriori disposizioni

- informare tempestivamente l'Area Ambiente e Sicurezza di ogni nuova attività comportante l'utilizzo di tali agenti, attraverso la compilazione di apposite schede informative, a disposizione sul sito Internet dell'Area (http://www.unipv.it/safety).

[1] È opportuno precisare che autorevoli fonti (IARC, CCTN, ecc.) non concordano del tutto con la classificazione operata dall'UE; può capitare pertanto che un prodotto proveniente da un Paese non appartenente all'UE segua una classificazione diversa.

5. GAS COMPRESSI, LIQUEFATTI, DISCIOLTI E LIQUIDI CRIOGENICI

5.1. Classificazione sulla base delle caratteristiche fisiche

Gas compresso. Fluido con temperatura critica inferiore a -10°C e trasportato allo stato gassoso compresso ad alta pressione in opportuni recipienti. La pressione dipende essenzialmente dalla quantità di gas introdotto. Esempio: azoto.
Gas liquefatto sotto pressione. Fluido con temperatura critica maggiore o uguale a -10°C che nel recipiente è allo stato liquido in equilibrio con la sua fase gassosa, la cui pressione dipende dalla temperatura. Esempi: Gas Petroliferi Liquefatti, GPL (propano e butano e loro miscele), cloro, ammoniaca, anidride carbonica.
Gas disciolto. È cosi denominato un gas disciolto in opportuno solvente sotto pressione. Esempio: acetilene disciolto in acetone.
Liquido criogenico o gas liquefatto a bassa temperatura. Per liquidi criogenici si intendono quei fluidi che hanno un punto di ebollizione inferiore a -153°C e che pertanto possono essere liquefatti solamente a bassa temperatura ed essere conservati in recipienti isolati termicamente. Essi possono essere distribuiti come liquidi ed eventualmente vaporizzati opportunamente presso l'utilizzatore. Esempi: azoto liquido, elio liquido.

5.2. Caratteristiche dei contenitori per lo stoccaggio dei gas e dei fluidi criogenici

Bidoni. In lamiera d'acciaio saldata per fusione: pressione di carica minore di 20 kg/cm^2: capacità fra 5 L e 150 L per lo stoccaggio ed il trasporto di gas liquefatti.
Bombole. In tubo d'acciaio o leghe leggere senza saldature: pressione di carica maggiore di 20 kg/cm^2: capacità sino a 150 L per lo stoccaggio ed il trasporto di gas liquefatti, compressi, disciolti.
Dewar. Contenitori utilizzati per lo stoccaggio ed il trasporto dei fluidi criogenici, costituiti con materiali in grado di sopportare brusche ed elevate variazioni di temperatura, dotati di intercapedine ove deve essere mantenuto il vuoto per garantire l'isolamento termico del contenuto; possono essere di tipo aperto a pressione atmosferica oppure dotati di valvole e sistemi per il mantenimento del contenuto sotto pressione.

5.3. Punzonatura di recipienti per gas compressi

I recipienti ricaricabili devono portare in caratteri ben leggibili e durevoli le seguenti iscrizioni:
1. il nome o il marchio del fabbricante;
2. il numero di approvazione del prototipo del recipiente;
3. il numero di fabbricazione o del lotto del recipiente fornito dal fabbricante;
4. la tara del recipiente senza i pezzi accessori, quando il controllo dello spessore della parete richiesto durante il controllo periodico è effettuato per pesata;
5. la pressione di prova (pressione manometrica);
6. la data (mese, anno) del controllo iniziale e del controllo periodico più recente;
7. il punzone dell'esperto che ha proceduto alle prove e ai controlli;
8. per l'acetilene disciolto, la pressione di riempimento autorizzata, la massa totale del recipiente vuoto, dei pezzi accessori, della massa porosa e del solvente;
9. la capacità in acqua espressa in litri, in altri termini il volume fisico netto interno del recipiente;
10. per i gas compressi caricati sotto pressione, la pressione di riempimento massima a 15°C autorizzata per il recipiente.

5.4. Colorazione dell'ogiva dei recipienti per gas compressi

Con l'entrata in vigore, dal 10/08/1999, della norma europea armonizzata UNI EN 1089-3, è stato introdotto il nuovo sistema di colorazione delle ogive delle bombole per i gas compressi. liquefatti e disciolti. A differenza del sistema di colorazione precedente. secondo la norma italiana UNI 4045, che cesserà definitivamente di avere applicazione a partire dal 30/06/2006. il nuovo sistema consente non tanto il riconoscimento del contenuto specifico del recipiente (associando un particolare colore dell'ogiva ad un particolare gas) quanto il riconoscimento predominante del tipo di rischio associato al contenuto, fatte salve alcune colorazioni specifiche per i gas più diffusi. I recipienti in circolazione con colorazione dell'ogiva conforme alla nuove norme tecniche presentano la lettera "N" ben evidente stampigliata sull'ogiva stessa.
Una considerazione a parte meritano le bombole di gas e miscele di gas medicali. assoggettate alle prescrizioni relative ai dispositivi e presidi medici.
Per l'indicazione specifica delle colorazioni, si rinvia all'*Allegato 6*.

5.5. Adempimenti per attrezzature a pressione. Verifiche periodiche

Le norme prevedono verifiche periodiche sia sui recipienti in sé che sugli impianti nel complesso, intendendosi per impianto l'insieme dei dispositivi, delle apparecchiature, delle parti fisse e mobili che consentono lo stoccaggio, il trasporto, la distribuzione e l'erogazione di gas e fluidi criogenici, e tutti i sistemi e dispositivi di segnalazione ed allarme a questi correlati.

Verifiche sui recipienti. I recipienti mobili sono assoggettati a disposizioni derivanti da norme del settore dei trasporti (normativa ADR) che prevedono verifiche periodiche in funzione del tipo di gas, della capacità del recipiente e della pressione di riempimento (vedi allegato 7).
L'organo competente per l'effettuazione delle verifiche sulle bombole è il Ministero dei Trasporti e dell'Aviazione Civile (Ispettorato Generale della Motorizzazione Civile e dei Trasporti in Concessione).
Le verifiche periodiche sulle bombole devono essere effettuate a cura del proprietario, che normalmente è la stessa ditta fornitrice che cede il recipiente solo in nolo. È in ogni caso necessario verificare che non vi siano in uso recipienti prossimi allo scadere del periodo di revisione, soprattutto nel caso di recipienti in deposito da lunga data, sollecitando eventualmente il soggetto proprietario all'effettuazione degli adempimenti del caso.

Verifiche sugli impianti. Gli impianti di distribuzione di gas e fluidi criogenici rientrano nella categoria delle attrezzature a pressione. per le quali, nell'ambito della sicurezza sul lavoro, il regolamento per la messa in servizio ed utilizzazione (D.Lgs. 93/00) prevede una serie di verifiche obbligatorie che consistono in:
verifiche di «primo impianto», ovvero di «messa in servizio» a seguito di denuncia obbligatoria di primo impianto, verifiche periodiche di funzionamento e di integrità ad intervalli di tempo predeterminati e verifiche di riparazione o modifica.
Gli organi di vigilanza in questo caso sono l'ISPESL e l'ASL competenti per territorio.
Si ricorda che nel caso degli impianti e delle attrezzature a pressione il responsabile dell'effettuazione dei controlli e degli adempimenti necessari al rispetto delle norme è il proprietario dell'impianto completo.
In caso di allestimento di impianti a pressione è necessario contattare l'Area Ambiente e Sicurezza e la Divisione Edilizia, per l'assistenza allo svolgimento delle procedure formali necessarie al rispetto delle norme.

5.6. Adempimenti per gas tossici

Dal punto di vista esclusivamente legale vengono considerati "gas tossici" le sostanze contenute nell'elenco redatto ed aggiornato a cura del Ministero della Salute (vedi Allegato 3). Sulla base della normativa "le amministrazioni dipendenti dallo Stato, che per proprio istituto e per propri bisogni provvedono direttanwnte all'impiego di gas tossici con personale proprio, devono accertarsi, a mezzo dei rispettivi funzionari e comandi, dell'idoneità del personale medesimo all'esecuzione delle operazioni concernenti l'impiego dei gas tossici stessi".
Nel caso di negligenza nella custodia e conservazione del gas tossico o di ritardo nella denuncia di sottrazione di uno dei gas tossici dal luogo d'uso o dal magazzino, il responsabile delle attività incorre nelle sanzioni previste dalla legge.

5.7. Rischi connessi all'utilizzo di gas e di liquidi criogenici

I rischi derivanti dall'utilizzo di gas derivano da un lato dalla natura chimica del fluido stesso e dall'altro dal suo stato tisico, caratterizzato da alta pressione e/o bassa temperatura
Il rischio associato all'utilizzo di questi agenti è conseguente alla loro dispersione in atmosfera ed al loro eventuale accumulo, causato da un utilizzo non controllato o improprio. nonché da perdite e fughe, dovute a danni agli impianti a causa di eventi accidentali. Non si deve trascurare il rischio dovuto allo sviluppo non intenzionale di gas in conseguenza di reazioni chimiche.

Nel caso di accumulo in ambiente si possono prevedere le seguenti conseguenze:
- rischio di intossicazioni e danni alla salute (gas tossici e/o corrosivi);
- rischio di esplosione e incendio (gas infiammabili);
- rischio di sovraossigenazione (ossigeno) con aumento delle probabilità di innesco di sostanze combustibili:
- rischio di sottossigenazione: asfissia (rischio generale, valido per tutti i gas diversi dall'aria e dall'ossigeno; si consideri anche lo sversamento accidentale di fluidi criogenici);
- aumento incontrollato della pressione interna, con possibilità di danni ed eventuale cedimento strutturale del contenitore stesso, in caso di repentino innalzamento della temperatura dei contenitori:
- ustioni dovute alla bassa temperatura, in caso di contatto accidentale con liquidi criogenici;
- reazioni incontrollate fra sostanze incompatibili in caso di contatto accidentale per imperizia, imprudenza, eventi accidentali.

Misure di tutela

Le attività che coinvolgono gas e fluidi criogenici devono essere riservate solo a coloro che hanno ricevuto dal Responsabile delle attività adeguata informazione e formazione sulle corrette procedure da osservare. Devono essere inoltre adottate tutte le necessarie precauzioni di tipo tecnico ed impiantistico necessarie ad assicurare un elevato grado di protezione collettiva, quali ad esempio dispositivi di protezione degli impianti (valvole di sicurezza di varia natura) e degli operatori nell'ambiente di lavoro (sistemi di ventilazione efficienti, sensori di concentrazione).
Il Responsabile delle attività deve assicurarsi che le operazioni siano svolte secondo procedure standard codificate e condivise; la manutenzione deve basarsi su protocolli di controllo ed intervento periodico attuati con regolarità: la gestione di una eventuale emergenza non può prescindere dalla preliminare formazione sui rischi specifici, dalla preliminare conoscenza dei DPI e del loro corretto utilizzo, dalla disponibilità di procedure operative di emergenza.

5.8. Depositi

Il deposito delle bombole di gas sotto pressione deve garantirne lo stoccaggio in luogo asciutto, ventilato, protetto dagli agenti atmosferici, lontano da fanti di calore e di innesco, protetto da rischi di incendio. di facile accesso carrabile, in zone lontano dai normali percorsi e dalle vie di fuga ed opportunamente segnalato; deve altresì garantire la possibilità di conservare separatamente le varie famiglie di gas: combustibili, comburenti, tossici (da immagazzinare sotto chiave), corrosivi, fluoro e fluorurati.
Il deposito deve essere realizzato in box con tetto leggero facilmente sfondabile e con griglie che consentano l'areazione del locale. L'impianto elettrico deve essere idoneo al tipo di agenti stoccati (ad es. impianto elettrico di sicurezza in esecuzione antideflagrante AD-PE o Ex-d in presenza di gas infiammabili) e devono essere installati sistemi di controllo, allarme ed intervento di emergenza automatici nelle situazioni riconosciute maggiormente a rischio: impianti di rivelazione gas, rivelazione incendi, estinzione incendi.
I contenitori delle sostanze criogene devono essere posti in zone ben aerate, meglio se all'aperto purché in zone recintate.
L'accesso ai depositi deve essere limitato esclusivamente al personale autorizzato. Presso il deposito è fatto divieto di fumare e usare fiamme libere.

5.9. Modalità di stoccaggio e movimentazione delle bombole

Ogni bombola di capacità superiore a 0,5 l deve essere conservata in depositi allestiti secondo quanto previsto al paragrafo precedente dove il limite di 0,5 l è desunto dal fatto che le disposizioni legislative vigenti sulla progettazione e costruzione dei recipienti per gas impongono le stesse prescrizioni per tutti i recipienti aventi volume maggiore di 0,5 l (cfr. ad es. D.M. 19/04/2001).
Le bombole che, sotto la personale responsabilità del Responsabile delle attività e del Direttore della Struttura, dovessero essere mantenute in laboratorio durante lo svolgimento di particolari attività, non devono essere lasciate incustodite e devono essere riposte nel deposito dopo l'utilizzo.
È necessario controllare, in caso di bombole poco usate o di proprietà, l'eventuale scadenza di collaudo, punzonata sull'ogiva.

Ogni bombola deve essere:
- immagazzinata in posizione verticale e saldamente fissata con catene o cinghie o mediante appositi sostegni, o su carrello, per evitarne la caduta accidentale;
- immagazzinata in maniera tale da non pregiudicarne la percezione immediata del colore dell'ogiva;
- contraddistinta da etichette del tipo "PIENA IN USO" – "PIENA DI RISERVA" – "VUOTA";
- a diretto contatto con il suolo per il contatto elettrico a terra, tuttavia collocata in modo da evitare corrosioni della base di appoggio;
- movimentata e immagazzinata (se non in uso) con il cappellotto proteggi valvola installato e, per gas tossici, anche con il tappo di sicurezza avvitato;
- movimentata utilizzando idonei carrelli e indossando scarpe di sicurezza e guanti da lavoro, senza trascinare né far rotolare il corpo cilindrico.

5.10. Impianti di distribuzione ed erogazione in laboratorio

Le linee di trasporto non devono costituire tonte di pericolo e causare la formazione di atmosfere pericolose di gas in conseguenza di perdite e rotture, che possano causare fughe, ristagni. evaporazione massiva. Esse devono essere ispezionabili, almeno nelle parti ove sono stati realizzati giunti e raccordi di qualsiasi natura e si deve garantire la possibilità di sfiato controllato di eventuali fughe o perdite.
Si deve prevedere l'installazione di sistemi di valvole che consentano il sezionamento e protezione delle linee, quali saracinesche. valvole di non ritorno, valvole antifiamma. valvole di sicurezza e dischi di rottura, elettrovalvole posizionate il più vicino possibile alla sorgente. Devono essere disponibili rappresentazioni planimetriche dell'impianto, con messa in evidenza dei sistemi di intercettazione.
Componenti e materiali devono essere idonei al tipo di gas ed alle pressioni di esercizio dell'impianto, in particolare. la raccorderia specifica, differente per ogni classe di gas. Le tubazioni devono essere etichettate in modo da evidenziare la natura del fluido ed il verso del flusso.
Nei locali ove si usano frequentemente gas e opportuno, in funzione della cubatura dei locali, installare sistemi di rilevazione automatica di concentrazioni pericolose di tali gas ovvero di carenza di ossigeno. Esistono anche rivelatori di gas portatili, facilmente utilizzabili ed indossabili dagli operatori che devono entrare e lavorare in locali potenzialmente a rischio di cessioni di gas in ambiente.
Deve inoltre essere presente un sistema di ventilazione forzata del locale o presso il punto di utilizzo (dispositivi di aspirazione localizzata); il locale deve comunque possedere finestre facilmente apribili in caso di emergenza.

5.11. Manipolazione

La manipolazione di gas compressi. liquefatti, disciolti sotto pressione e fluidi criogenici richiede attenzione e il rispetto di alcune regole fondamentali.

Norme comportamentali generali

- Seguire le indicazioni riportate nelle Schede Dati di Sicurezza della sostanza che la Ditta fornitrice deve rilasciare all'atto del primo acquisto; le schede devono essere disponibili presso il laboratorio, divulgate e studiate da parte degli utenti.
- Indossare idonei DPI in funzione del rischio specifico associato a ciascun tipo di gas e al suo stato fisico.
- NON effettuare lavorazioni pericolose in depositi di bombole.

Utilizzo delle bombole

- Accertarsi sull'esatta natura del gas contenuto nella bombola.
- NON vuotare mai completamente le bombole, ma lasciare una pressione residua di gas.
- Chiudere accuratamente le bombole vuote, riposizionando il cappellotto ed eventualmente il tappo di sicurezza.
- NON riempire le bombole.
- NON sottoporre le bombole a trattamenti o eventi che ne pregiudichino la resistenza: shock termici, archi elettrici, urti e cadute.
- NON utilizzare le bombole per nessun altro scopo differente.

Operazioni sulla valvola della bombola

- Aprire e chiudere la valvola lentamente e con regolarità.
- NON manomettere o forzare con utensili ma operare sulle valvole con la sola forza delle mani, sia in fase di apertura che in fase di chiusura.
- NON usare fiamme o corpi incandescenti per sbloccare valvole eventualmente congelate: usare aria calda.
- NON aprire la valvola senza aver prima installato il riduttore di pressione, assicurandosi che il raccordo d'uscita sia esente da sporcizia, oli, grassi.
- Chiudere le valvole dopo l'erogazione del gas.
- In caso di malfunzionamento di una bombola, metterla al sicuro nel deposito e comunque all'esterno dell'edificio, in luogo isolato ed aerato: avvisare il Responsabile delle attività, senza porre in atto tentativi di riparazione.

Operazioni sull'impianto

- NON lubrificare nessun componente dell'impianto di distribuzione dei gas.
- Usare esclusivamente i raccordi specifici in funzione del tipo di gas.
- NON operare su raccordi in pressione.
- Assicurarsi che la valvola della bombola sia chiusa prima di rimuovere il riduttore di pressione.
- Effettuare le prove di tenuta utilizzando esclusivamente acqua saponata o altri schiumogeni.
- EVITARE elevate pressioni in linea o nel riduttore di pressione in condizioni di inattività.
- Chiudere prima la valvola della bombola, quindi la valvola del riduttore di pressione, infine la valvola di regolazione del flusso o della portata.

Procedure specifiche per gas liquefatti

- EVITARE il raffreddamento delle bombole in conseguenza di flussi elevati di gas.
- EVITARE fenomeni di risucchio che si possono verificare nel caso di bombole immagazzinate a temperature ambientali particolarmente basse.

Procedure specifiche per gas tossici
- NON movimentare bombole di gas tossici prive di tappo di sicurezza.
- Curare la perfetta tenuta dei raccordi.
- Conservare le bombole in armadi chiusi a chiave.

Procedure specifiche per gas corrosivi
- Scollegare le bombole dopo l'uso e sottoporre l'impianto a lavaggio con flussi di azoto secco.
- Curare la perfetta tenuta dei raccordi.

Procedure specifiche per gas più pesanti dell'aria
- NON immagazzinare bombole, anche vuote, ai piani interrati o seminterrati.
- EVITARE fughe e ristagni in cunicoli e scantinati.
- Accertarsi dell'assenza di pericoli di asfissia, esplosione, intossicazione, prima di accedere a scantinati, seminterrati, cunicoli.

Procedure specifiche per ossigeno e ossigeno liquido
- Non operare su recipienti ed impianti di distribuzione di ossigeno ed ossigeno liquido con mani, guanti, abiti sporchi di grasso o altre sostanze infiammabili.
- EVITARE il contatto dell'ossigeno liquido con QUALSIASI tipo di materiale COMBUSTIBILE.
- Porre attenzione al pericolo di impregnazione e saturazione di abiti e materiali porosi venuti a contatto con ossigeno.

Procedure specifiche per fluidi criogenici

- EVITARE il contatto prolungato dell'azoto liquido con l'aria: pericolo di condensazione e formazione di ossigeno liquido
- EVITARE il contatto accidentale con liquidi o gas evaporati che si trovano ancora a basse temperature.
- NON toccare con la pelle non protetta tubazioni e recipienti contenenti fluidi criogenici: pericolo di congelamento della pelle.
- NON rovesciare i liquidi criogenici non utilizzati negli scarichi o sul pavimento.
- Utilizzare esclusivamente aria calda per sbloccare valvole congelate.
- Indossare guanti adatti, occhiali di sicurezza e soprascarpe. in caso di travasi.

5.12. Procedure di emergenza

La disponibilità di procedure operative di emergenza in funzione dei possibili eventi accidentali attesi costituisce un indispensabile sistema di protezione dai rischi associati ai gas; tali procedure devono essere disponibili e conosciute da tutti gli operatori. Le schede di sicurezza contengono le informazioni necessarie all'elaborazione ditali procedure.

6. APPARECCHIATURE PERICOLOSE

6. 1. Disposizioni generali

a) utilizzare esclusivamente apparecchiature a norma: marchio CE per le apparecchiature di recente acquisizione, idonea certificazione del rispetto delle norme per le apparecchiature non nuove: tutte le macchine o apparecchiature elettriche nuove che si intendono acquistare o acquisire gratuitamente devono essere munite di marcatura CE.
b) durante la fase di acquisto dell'attrezzatura richiedere il manuale di istruzioni per l'uso, manutenzione e installazione che consente agli operatori sia di utili7zare la macchina o apparecchiatura elettrica in modo sicuro ed efficace, che di mantenerla sicura nel tempo.
c) prima di utilizzare un'apparecchiatura, leggere attentamente il manuale di istruzioni relativo e le procedure operative specifiche eventualmente redatte dal Direttore o dal Responsabile delle attività, che hanno l'obbligo di formare ed informare il personale addetto al suo utilizzo;
d) segnalare mediante apposita cartellonistica i pericoli eventualmente associati ad ogni apparecchiatura e le relative misure di prevenzione e protezione da adottare (divieti, obblighi);
e) sottoporre a regolari controlli periodici e a manutenzione le apparecchiature utilizzate, cosi come previsto dal costruttore e indicato nell'apposito libretto;
f) garantire l'idoneità degli accessori e dei sistemi di connessione agli impianti tecnologici:
g) conoscere la posizione dei sistemi di intercettazione degli impianti collegati alle macchine, su cui intervenire in caso di necessità (interruttori di sgancio dell'alimentazione elettrica, valvole e rubinetti sulle linee dei gas. saracinesche dell'impianto idrico);
h) qualora, nel rispetto delle norme di sicurezza, gli apparati possano essere mantenuti in uso senza custodia, lasciare in evidenza almeno le seguenti informazioni: dati del responsabile dell'esperimento in corso, tipo di esperimento e durata, sostanze e materiali in uso, procedure di spegnimento dell'apparecchiatura in caso di emergenza:
i) valutare i rischi associati all'esperimento in corso e le relative contromisure. per essere preparati ad affrontare eventuali situazioni di emergenza.

6.2. Apparecchiature e dispositivi elettrici

a) proteggere i cavi di alimentazione da eventuali fenomeni di danneggiamento accidentale e logorio (schiacciamento, taglio, corrosione, calore);
b) evitare l'uso di prolunghe, prese multiple, riduzioni e ciabatte;
c) proteggere le connessioni elettriche dal contatto accidentale con acqua o altri materiali conduttori.

6.3. Apparecchiature con parti meccaniche in movimento

a) segnalare e mantenere sgombro il raggio d'azione: interdire eventualmente l'area, anche delimitando con cancelletti dotati di microinterruttori;
b) fissare saldamente parti ed accessori, eventualmente con sistemi atti a smorzare le vibrazioni, soprattutto nel caso d'uso di vetreria;
c) valutare gli effetti delle vibrazioni sull'apparato, su accessori e dispositivi correlati, sull'ambiente di lavoro circostante.

6.4. Apparecchiature con parti in vetro e vetreria

a) sostituire, ove possibile, le apparecchiature in vetro con altre realizzate in plastica o in materiale metallico:
b) controllare accuratamente l'apparecchiatura prima di ogni esperimento, accertandosi che sia esente da difetti ed incrinature:
c) prima di operare. accertarsi che la vetreria sia perfettamente integra; la vetreria più volte utilizzata e sottoposta a raggi ultravioletti o stress termici tende a diventare fragile;
d) montare ed utilizzare le apparecchiature in vetro in maniera tale da evitare l'insorgere di tensioni meccaniche e/o vibrazioni;
e) evitare bruschi sbalzi termici; l'uso di fiamme libere è vivamente sconsigliato, a vantaggio dell'uso di mantelli o bagni riscaldati elettricamente;
f) utilizzare vetreria specifica per usi particolari (es. vetro pirex se deve essere scaldato o impiegato in forni);
g) schermare adeguatamente le apparecchiature in vetro che operano sotto vuoto o sotto pressione o con parli in movimento:
h) disporre, sotto apparecchiature in vetro che contengono agenti chimici pericolosi, recipienti di raccolta, che trattengano il materiale in caso di rotture accidentali;
i) proteggere le mani con guanti resistenti al taglio cd utilizzare sempre occhiali di sicurezza;
j) trasportare recipienti in vetro (bottiglie, palloni, ecc.) sostenendoli sul fondo o utilizzando dei contenitori;
k) raccogliere la vetreria rotta e i frammenti di vetro negli appositi contenitori rigidi avendo cura di non usare le mani nude per compiere tale operazione ma utilizzando pinze o guanti antitaglio: il vetro non contaminato da agenti chimici o altre sostanze deve essere riciclato.

6.5. Apparecchiature con parti ad alta temperatura

a) utilizzare apparati riscaldanti con controllo della temperatura tramite termostati e sistemi di sicurezza:
b) segnalare le parti calde, soprattutto durante la fase di raffreddamento dopo l'uso nel caso di apparati riscaldanti quali mantelli, piastre e bagni;
c) verificare la resistenza termica dei materiali a contatto o sottoposti all'azione delle sorgenti di calore;
d) lasciare a disposizione ed utilizzare guanti termici per la protezione delle mani.

6.6. Apparecchiature e dispositivi comportanti l'uso di acqua

a) adeguare pressione e flusso alle caratteristiche dell'apparato. tenendo conto degli effetti di eventuali sbalzi sulla rete idrica dovuti a condizioni particolari (es. aumento della pressione durante le ore notturne);
b) bloccare le estremità dei tubi con opportune fascette, per evitare getti incontrollati in caso di distacco accidentale dei giunti;
c) evitare il contatto dell'acqua con parti sotto tensione (es. apparati elettrici, prese), fluidi surriscaldati (es. bagni ad olio), sostanze incompatibili con cui possa reagire violentemente o dar luogo a prodotti pericolosi, prevedendo tutti i possibili eventi accidentali, quali distacco o rottura dei tubi, danni agli apparati, soprattutto nel caso di parli in vetro, etc.

6.7. Apparecchiature utilizzatrici di gas metano

a) limitare il più possibile l'utilizzo di fiamme libere all'interno dei laboratori, utilizzando in alternativa mantelli o bagni riscaldati elettricamente:
b) utilizzare solo apparati dotati di rubinetto di sicurezza a scatto, termocoppia di sicurezza e tubi di collegamento flessibili a norma UNI-CIG, da sostituire ogni 5 anni;
c) conoscere l'ubicazione delle valvole di intercettazione sulla linea di alimentazione del gas metano;
d) isolare all'interno del Laboratorio la zona di lavoro dedicata all'utilizzo di fiamme libere distante almeno 150cm da tutti gli infiammabili (ad es. solventi organici, carta, ecc.);
e) utilizzare il gas metano esclusivamente sotto cappa.

6.8. Apparecchiature operanti sotto vuoto e sotto pressione

a) controllare accuratamente l'apparecchiatura prima di ogni esperimento, accertandosi che sia esente da difetti, incrinature, danneggiamenti:
b) utilizzare esclusivamente parti ed accessori idonei all'uso sotto pressione o sotto vuoto, soprattutto per quanto riguarda le parti in vetro;
c) utilizzare gli opportuni accorgimenti per garantire la tenuta di giunti e flange e renderne agevole e sicuro lo smontaggio. soprattutto nel caso di parti in vetro;
d) schermare opportunamente l'apparecchiatura, in modo da separarla fisicamente dall'operatore e dall'area circostante;
e) indossare occhiali di Sicurezza o schermo facciale,
f) dare indicazioni sulle procedure per il ripristino della pressione atmosferica in condizioni di sicurezza;
g) utilizzare le autoclavi solo se specificamente addestrati.

6.8.1. Verifiche periodiche sulle autoclavi

Le autoclavi, per le quali il prodotto della pressione di progetto (Pp, espressa bar) per la capacità (C, espressa in litri) non superi 300 e la pressione di progetto non superi 10 bar, sono esonerate da verifiche periodiche da parte dell'ASL.
Ciò non toglie che la Ditta costruttrice esegua delle verifiche sia in fase di costruzione e collaudo sia periodiche sull'apparecchiatura e ne rilasci apposita documentazione all'utente; occorre inoltre prevedere un programma di manutenzione ordinaria periodica con cadenza almeno annuale.
Se l'autoclave supera i valori sopra ricordati (Pp x C > 300 e/o Pp>10 bar), l'apparecchiatura è soggetta a verifiche periodiche a cadenza annuale (prova di funzionamento valvole e dispositivi di sicurezza) e a cadenza decennale (ispezione interna) da parte dell'ASL territorialmente competente (Pavia).

7. SISTEMI DI AERAZIONE E ASPIRAZIONE LOCALIZZATA

7.1. Indicazioni generali

In laboratorio deve essere garantito un adeguato ricambio d'aria, anche per compensare l'aspirazione delle cappe.
Il ricambio d'aria ottimale deve essere almeno pari a 20 m^3/h/persona con una velocità dell'aria nella zona lavorativa non superiore a 0,1-0.2 m/s (ISPESL - Linee guida per la Valutazione del Rischio - D.Lgs. 626/94).

7.2. Cappe chimiche

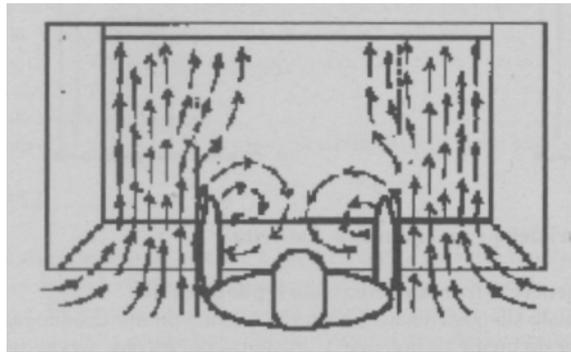
I principali dispositivi di protezione collettiva, per la tutela della salute degli operatori dal rischio derivante dall'uso e manipolazione di agenti chimici pericolosi (vapori, fumi, aerosols, polveri) in laboratorio, sono rappresentati dalle cappe chimiche e dai relativi impianti di aspirazione, che di esse costituiscono la parte fondamentale. Tali sistemi proteggono l'operatore da schizzi, incendi o esplosioni, infortuni e danni alla salute, rimuovendo efficacemente vapori, gas e polveri che si diffondono durante le operazioni e riducendo al minimo la dispersione delle sostanze pericolose nell'ambiente di lavoro.
Le cappe chimiche sono da considerarsi zone di potenziale pericolo, in quanto all'interno di esse possono svilupparsi atmosfere anche estremamente infiammabili, esplosive o tossiche. Per tale motivo la cappa deve essere scelta rispettando criteri costruttivi, diversi a seconda della destinazione d'uso della cappa stessa, e deve essere mantenuta perfettamente efficiente; l'efficienza delle prestazioni del sistema complessivo deve essere verificata sia al momento della prima installazione sia nel corso del tempo, attraverso un programma di controlli periodici.
Gli elettroventilatori devono essere costruiti in modo da avere un'elevata resistenza chimica e meccanica rispetto ad un ampio spettro di composti (acidi, basi, solventi organici, ecc.) e in grado di sopportare alte temperature. I motori devono essere isolati a norma CEI IP66, prescritta per impianti a prova di polvere e ondate d'acqua.
La sistemazione dei condotti di espulsione deve essere effettuata in modo che l'elettroventilatore sia posizionato il più possibile in vicinanza del camino di scarico, in modo che le tubazioni si mantengano per la massima parte in pressione negativa: ciò impedisce in particolare, nel caso di fessurazioni, la fuoriuscita di inquinanti dalla tubazione stessa e il loro rientro nei locali. Inoltre, il distanziamento dell'elettroventilatore dal laboratorio consente di eliminare il rumore e le vibrazioni del motore.
I giunti delle tubazioni devono essere a curva aperta con angoli superiori ai 90°, onde diminuire ulteriormente la rumorosità del flusso d'aria ed evitare fenomeni di condensa, che potrebbero col tempo portare alla corrosione dei condotti.
In genere, è preferibile il sistema una cappa - un condotto - un elettroventilatore, onde evitare il formarsi di miscele pericolose tra sostanze incompatibili o interferenze nel flusso d'aria, con fenomeni di ricircolo all'interno dei locali.
Comunque, la scelta del ventilatore e il dimensionamento del condotto d'espulsione devono essere eseguiti da un tecnico specialista, che calcoli esattamente le dimensioni in funzione dei numerosi fattori implicati. Il diametro del condotto deve essere comunque preferibilmente maggiore o uguale a 20 cm. onde evitare eccessive perdite di carico nell'aspirazione ed eccessiva rumorosità dell'apparato per effetto delle turbolenze d'aria all'interno del condotto.
Gli impianti elettrici fissi all'interno delle cappe devono essere il più possibile evitati, altrimenti essi devono essere realizzati a norma CEI 64.2 (impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio). I comandi e le prese elettriche devono essere sistemati all'esterno della cappa, mentre l'impianto di illuminazione è solitamente posto sul soffitto della cappa, in comparto isolato.
In presenza di più cappe all'interno di un unico locale, l'aria aspirata deve essere compensata da un adeguato flusso in ingresso, onde evitare il crearsi di gradienti negativi di pressione entro il locale, con possibili richiami di aria (fredda, inquinata, ecc.) dall'esterno o da altri dispositivi di aspirazione.

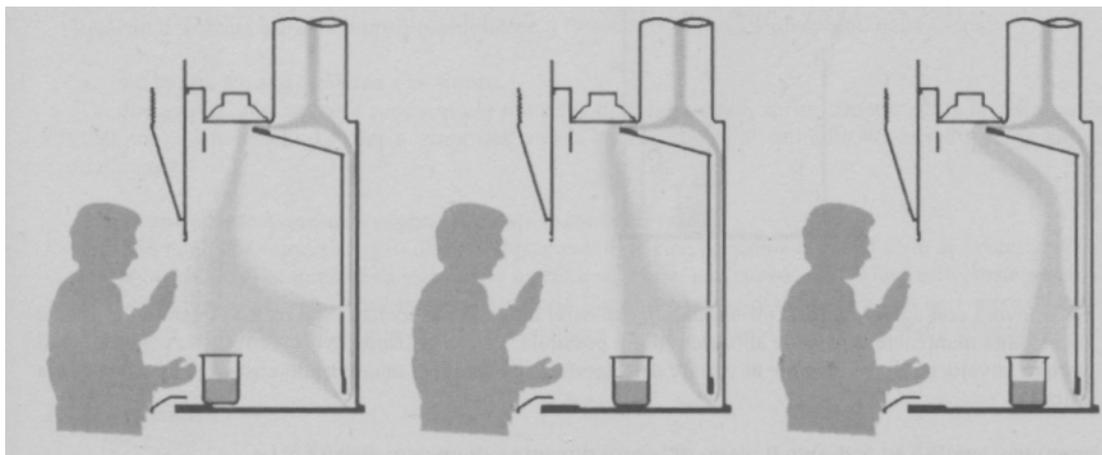
7.2.1. Procedure di utilizzo in sicurezza

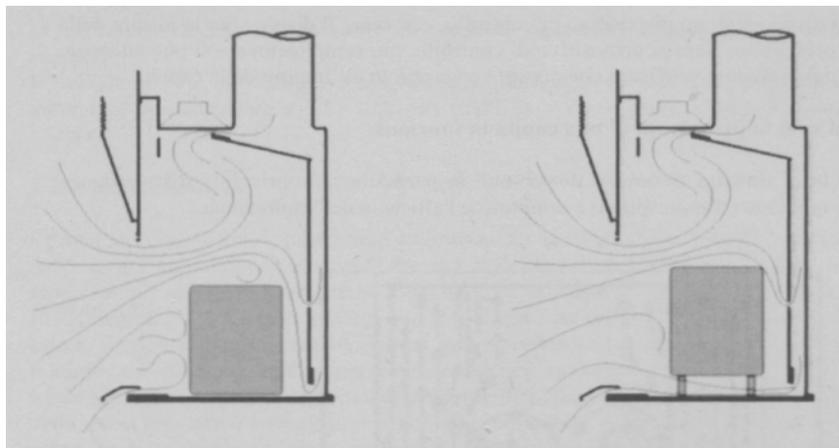
1) prima di iniziare l'attività, accertarsi che la cappa sia in funzione.

Nel caso che la cappa utilizzata disponga di un dispositivo di controllo, osservare il display per la misura della velocità; qualora la cappa non presentasse nessun dispositivo di controllo, più semplicemente si può attaccare un nastro leggero in un angolo del frontale e verificare che questo venga spinto all'interno della cappa.

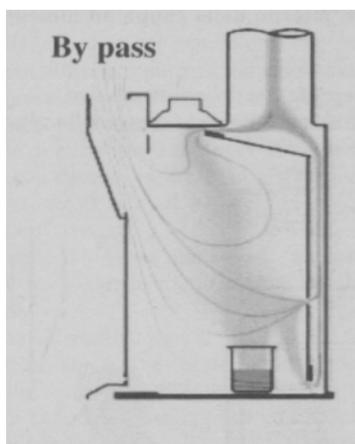
2) evitare di creare correnti d'aria in prossimità di una cappa in funzione.

L'apertura di porte o finestre ed il transito frequente di persone in particolare proprio in corrispondenza dell'operatore causa turbolenze nel flusso d'aria aspirato e diminuisce l'efficacia dell'aspirazione.

3) posizionare le fonti di emissione (agente chimico) all'interno della cappa ad almeno 15-20 cm dal bordo.

La corretta posizione all'interno della cappa può essere segnata con del nastro adesivo.
Come si può osservare dagli esempi sotto riportati il posizionamento sotto cappa della vetreria influenza la cattura delle emissioni.

4) **assicurarsi che le attrezzature e i materiali non ostacolino le bocchette e le fenditure di aspirazione.**

   In caso di grosse apparecchiature, pone su supporti in modo da consentire il passaggio del flusso d'aria al disotto di queste;
   le figure sotto riportate mostrano come un'apparecchiatura ingombrante ostacoli il flusso di aria all'interno della cappa generando vortici e zone dove l'aria può ristagnare.

5) **tenere la testa al di fuori della cappa, durante l'attività.**

6) **durante l'attività mantenere il frontale abbassato il più possibile.**

   È opportuno che il frontale sia posizionato all'altezza minima possibile onde massimizzare il flusso d'aria in ingresso senza per questo creare turbolenze. L'esistenza del by pass ovvia questo problema in quanto il volume di aria nella cappa è costante, come nell'esempio sottostante.

   Se si lavora con agenti chimici infiammabili, esplosivi o agenti particolarmente reattivi quando l'attività è incustodita mantenere il frontale abbassato il più possibile. Esistono dispositivi (inverter) che consentono di variare la velocità di aspirazione al variare dell'apertura del frontale, mantenendo costante la portata d'aria estratta.

7) **mantenere pulito ed ordinato il piano di lavoro durante e dopo ogni attività.**

8) **tenere sotto cappa solo il materiale strettamente necessario all'esperimento: non usare la cappa come deposito.**

9) **non utilizzare la cappa come mezzo per lo smaltimento dei reagenti mediante evaporazione forzata.**

10) approntare un piano d'azione in emergenza in caso di malfunzionamento durante un esperimento.

11) non utilizzare cappe che non funzionano correttamente: il rischio di esposizione è maggiore.

12) quando la cappa non è in uso, spegnere l'aspirazione e chiudere il frontale.

13) verificare periodicamente l'efficienza dell'aspirazione.

14) verificare periodicamente l'efficienza dei dispositivi di sicurezza (spia luminosa, schermo frontale, eventuali sistemi di allarme ottico/acustici).

In caso di <u>cappe chimiche dotate di filtri</u> (es. cappe chimiche a ricircolo):

a) mantenere un registro d'uso dell'apparato, in cui sono riportati: tipologia di filtro, agenti chimici utilizzati prevalentemente, ore di utilizzo, data di sostituzione e di scadenza del filtro;
b) utilizzare la cappa alla velocità massima di aspirazione consentita solo in caso di emergenza (es. versamento sul piano di lavoro di prodotti chimici), onde evitare un insufficiente adsorbimento dell'inquinante da parte del filtro:
c) utilizzare filtri idonei alle sostanze utilizzate;
d) verificare periodicamente eventuali sistemi automatici di rilevazione della saturazione dei filtri.

ERRATE CONVINZIONI

1. Lavorando con materiale molto tossico è bene avere una velocità frontale più alta possibile.
Mentre è importante avere velocità frontale superiore a 0,5 m/s o meglio 0,7 m/s, velocità maggiori possono essere dannose. Infatti quando la velocità è superiore a 0,7 m/s si possono creare correnti che portano i contaminanti fuori dalla cappa aumentando l'esposizione del lavoratore.

2. Utilizzo la cappa per lo stoccaggio.
La capacità di contenimento di una cappa è fortemente influenza degli oggetti che la ingombrano. Una cappa che, vuota, risulta avere una buona capacità di cattura e contenimento, può avere una efficienza decisamente ridotta quando il piano di lavoro è troppo ingombro.

3. Il profilo aerodinamico della cappa non serve e lo posso rimuovere se mi da fastidio.
I profili sono studiati per garantire l'efficienza nella cattura e nel contenimento della cappa chimica. Infatti quando il frontale è aperto il profilo addolcisce il flusso nell'intorno degli spigoli della cappa.

4. La cappa è un dispositivo a se stante.
Coprire griglie, rimuovere il celino, usare motori sottodimensionati, aprire finestre altera la distribuzione dell'aria in laboratorio. La distribuzione dell'aria in laboratorio influisce molto sul corretto funzionamento della cappa.

5. È sufficiente avere una cappa efficiente in laboratorio.
Quando in un laboratorio vi è più di una cappa è possibile che, per come le cappe sono disposte, vi sia uno spostamento degli inquinanti da una cappa inefficiente verso una cappa a maggiore efficienza generando cosi un inquinamento dell'ambiente di laboratorio. La diminuzione di efficienza può derivare anche dalla mancanza di reintegro dell'aria nel laboratorio con una diminuzione della pressione rispetto a quella atmosferica.

7.2.2. Efficienza

La normativa italiana non indica, se non per alcuni casi (ammine aromatiche, amianto, piombo, benzene), le caratteristiche tecniche dei sistemi di aspirazione ed indica un numero limitato di valori limite di esposizione (vedi *Allegato 1*); per questi ultimi si considerano anche i TLV (Threshold Limit Values) proposti dall'ACGIH americano.
Riassumendo i dati dalla bibliografia specializzata, una buona efficienza di una cappa si ha quando l'aspirazione, preferibilmente distribuita sia in alto che in basso, garantisce una velocità frontale dell'aria aspirata **non inferiore a 0,3 m/s** e preferibilmente pari a 0,5 m/s nel caso di sostanze tossiche: per agenti molto tossici (ad es. agenti cancerogeni o mutageni) tale velocità deve essere sicuramente superiore a 0,5 m/s, preferibilmente pari a 0,7 m/s. Tali valori sono da intendersi riferiti a 40 cm di apertura del frontale.
Nel caso in cui non si possa conoscere preventivamente la pericolosità di una sostanza, come può accadere in attività di ricerca, è sempre opportuno considerare i prodotti di reazione sconosciuti come potenzialmente pericolosi, prendendo di conseguenza le precauzioni del caso.

In tabella un riepilogo delle principali norme tecniche riguardanti i dispositivi d'aspirazione localizzata

Norma	**Anno**	**Nazionalità**	**Vel. frontale media (m/s)**	**Apertura frontale (cm)**
EN 14175	2001	Europa	0,50	50
SEFA 1.2	1996	USA	0,40 - 0,60	40
BS 7258	1994	Inghilterra	0,40 - 0,60	40
ACGIH	1992	USA	0,50 - 0,76	40
DIN 12924	1991	Germania	0,40 - 0,50	40
ISPESL	1990	Italia	0,50	40
AFNOR X15-203	1987	Francia	0,40 - 0,50	40

7.2.2.1. Classificazione delle cappe presso l'Ateneo pavese

Presso l'Università degli Studi di Pavia le cappe sono classificate secondo le seguenti classi:

Velocità frontale di aspirazione Vf (metri/secondo)	**Classe**	**Agenti chimici utilizzabili** *(con riferimento unicamente alle aspirazioni)*
Vf < 0,3 m/s	n.c	Nessuno
0,3 m/s ≤ Vf < 0,4 m/s	A	Agenti chimici a bassa tossicità (es. nocivi e irritanti)
0,4 m/s ≤ Vf < 0,5 m/s	B	Agenti chimici a media tossicità (es. tossici)
Vf ≥ 0,5 m/s	C	Agenti chimici a elevata tossicità (es. molto tossici, cancerogeni, mutageni)

7.2.3. Dispositivi di sicurezza

Ogni cappa dovrebbe essere dotata di **spia luminosa** che sia accesa quando la cappa è in funzione: le relative lampadine devono essere sostituite quando bruciate.
Lo **schermo saliscendi** deve essere mantenuto efficiente: periodicamente devono essere sostituite le funicelle dei contrappesi, oliate le carrucole, testati gli eventuali fermi di sicurezza.
Spesso una cattiva manutenzione del frontale può portare a spiacevoli infortuni (schiacciamenti delle dita. lesioni per frantumazione del vetro, ecc.) o ad un uso non efficace della cappa stessa (ad es. quando il frontale rimane bloccato alla massima apertura).

7.2.4. Filtri

In genere la diluizione delle sostanze tossiche nell'aria aspirata non rende necessaria l'applicazione di dispositivi di abbattimento degli inquinanti volatili contenuti per le cappe ad espulsione d'aria all'esterno.
Viceversa, per cappe con ricircolo interno dell'aria, i filtri sono indispensabili ed è fondamentale una loro sostituzione periodica, che deve essere eseguita da ditta specializzata, prestando particolare attenzione, in modo da evitare contaminazioni dell'ambiente e del personale.
Per quanto riguarda la periodicità della sostituzione, questa è funzione di diversi fattori (portata dell'elettroventilatore, tipologia di contaminante, ecc.), spesso difficili da controllare, soprattutto nel caso di uso saltuario della cappa. Seguire le raccomandazioni fornite dal costruttore, annotando su un registro la data di sostituzione e quella di scadenza e/o verificare periodicamente la differenza di pressione sul flusso d'aria rispettivamente a monte e a valle del filtro. Il gradiente di pressione, infatti, varia in funzione della progressiva saturazione del filtro stesso. Alcune cappe sono dotate di dispositivi (sostanzialmente manometri) automatici in grado di misurare in continuo tale diffèrenza di pressione e segnalare (acusticamente o visivamente) il raggiungimento della soglia di saturazione del filtro stesso.

7.2.4.1. Criteri di scelta dei filtri

I criteri per la scelta del filtro adatto sono sostanzialmente due:
a) il tipo di sostanze utilizzate sotto cappa;
b) la frequenza di utilizzo della cappa.

I filtri di norma utilizzati per le cappe chimiche sono a carbone attivo, che sono in grado di adsorbire la maggior parte degli inquinanti tipici di laboratorio (solventi, vapori organici, aldeidi, chetoni, alcoli, ecc.).
Esistono poi tutta una serie di filtri (sempre a carbone attivo) impregnati con sostanze che esercitano una cattura selettiva per alcuni tipi di inquinante (es. formaldeide).
In *Allegato 4* è presentata una tabella in cui sono riportati alcuni tipi di filtro in relazione alla sostanza da catturare.
In funzione poi della frequenza di utilizzo della cappa con filtri, si potrà scegliere lo spessore del filtro consigliabile.
In ogni caso, è bene riferirsi a quanto prescritto dal fornitore dell'apparato aspirante.

7.3. Altri dispositivi di aspirazione localizzata

Talvolta, per lavorazioni particolari (es. saldature, pulizia di campioni e reperti con uso di solventi) che non richiedono un elevato livello di protezione e nelle quali l'operatore ha necessità di posizionarsi in prossimità della sorgente inquinante, possono essere utilizzati efficacemente sistemi di aspirazione mobili, localizzati sulla fonte di emissione.
Tali dispositivi sono altrettanto efficaci per apparecchiature che rilasciano in ambiente gas o vapori o ancora in prossimità di raccordi, rubinetti, ecc. di linee di gas o di liquidi.
Questi apparati, come le cappe chimiche, possono essere ad espulsione diretta verso l'esterno o prevedere un sistema di filtraggio dell'inquinante.

8. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDVIDUALE (DPI)

I DPI rappresentano l'ultimo strumento di protezione dell'operatore, quando tutte le misure di prevenzione adottate (riduzione delle fonti di pericolo, sostituzione di materiali e processi pericolosi con altri meno pericolosi, isolamento delle attività maggiormente pericolose, sistemi di ventilazione forzata e dispositivi di aspirazione localizzata) non sono state sufficienti a ridurre a tal punto il rischio da rendere superflui altri mezzi di protezione.

8.1. Criteri di scelta e formazione all'uso

I DPI devono essere scelti e messi a disposizione degli operatori dal Responsabile delle attività, eventualmente chiedendo parere tecnico, in caso di dubbio, all'Area Ambiente e Sicurezza.
Ogni Dispositivo di Protezione Individuale deve essere accompagnato dalla prevista documentazione (dichiarazione di conformità da parte del fabbricante, marcatura CE, nota informativa rilasciata dal fabbricante).
Le Schede Dati di Sicurezza dei prodotti chimici utilizzati forniscono un'indicazione essenziale sui DPI che devono essere usati nella manipolazione di tali agenti.
Parimenti il libretto d'uso e manutenzione delle apparecchiature acquistate specifica quali DPI occorre indossare per l'utilizzo delle stesse. Per quanto riguarda i prototipi, i Responsabili delle attività, eventualmente di concerto con l'Area Ambiente e Sicurezza, predispongono le misure di prevenzione e protezione necessarie, compreso l'uso dei DPI.
I Responsabili delle attività hanno il compito di informare e formare all'uso dei DPI gli operatori.

8.2. Protezione degli occhi e del viso

Gli **occhiali di sicurezza** sono sempre obbligatori all'interno di un laboratorio chimico, ove sono in corso reazioni ed esperimenti di qualsiasi tipo, anche per coloro che assistono alle operazioni.

Per operazioni particolarmente pericolose, che possono dar luogo a schizzi o comunque, a penetrazioni di sostanze attraverso gli occhi o la cute del viso (utilizzo di sostanze corrosive, caustiche, esplosive, uso di apparecchiature a pressione o sotto vuoto, uso di gas criogeni) è indispensabile, qualora non sia possibile lavorare sotto cappa con lo schermo frontale abbassato, l'utilizzo di **schermo facciale**.

8.3. Protezione delle vie respiratorie

In molti casi, per operazioni con sostanze non particolarmente pericolose e/o in concentrazione non elevata, può essere sufficiente l'utilizzo di una **mascherina monouso** antipolvere, eventualmente dotata di filtro a carbone attivo per l'adsorbimento delle sostanze volatili (attenzione: il carbone attivo può essere poco o per nulla efficace per determinate sostanze).

Nel caso in cui un operatore sia invece esposto a:
- polveri, gas, vapori, aerosol ad elevata concentrazione e/o in ambienti chiusi o poco ventilati;
- fumi d'incendio,

è necessario l'utilizzo di una **maschera con filtro antigas e/o antipolvere** specifico per la sostanza manipolata (*Allegato 5*). In caso di esposizione a più sostanze contemporaneamente e durante un incendio è necessario adoperare un filtro polivalente.

È preferibile usare sempre maschere a pieno facciale piuttosto che semimaschere, in quanto garantiscono la protezione di tutto il viso dal contatto con l'agente pericoloso.

Le maschere con filtro devono essere usate solo se si è certi che la quantità di ossigeno nell'aria sia superiore al 17%, altrimenti è indispensabile utilizzare autorespiratori.

Le maschere debbono potersi adattare al viso senza causare sfregamenti e pressioni moleste, pur garantendo una perfetta tenuta. Per controllare la tenuta, l'operatore, prima di innestare il filtro, deve chiudere con il palmo della mano la valvola di inspirazione e quindi inspirare: una maschera ben indossata non deve permettere il passaggio di aria.
In ogni caso l'operatore deve attenersi alle istruzioni d'uso che accompagnano la confezione d'acquisto e alle indicazioni del Responsabile delle attività.

Il filtro va collegato alla maschera in modo corretto e aperto solo al momento dell'impiego.

Le maschere devono essere pulite dopo ogni uso, secondo le indicazioni fornite dal fabbricante. Per maschere in uso a più persone, oltre alla pulizia, è necessaria una disinfezione.
I filtri devono essere sostituiti quando esauriti e in ogni caso quando non vengono usati abitualmente (hanno una scadenza indicata dal fabbricante).

Maschera e filtri devono essere conservati in luoghi asciutti, lontano da fonti di calore e dai raggi solari e al riparo della polvere e da atmosfere contaminanti.

8.4. Protezione delle mani e delle braccia

Per la protezione delle mani e delle braccia si utilizzano **guanti**, che devono essere ***specifici per il tipo di lavorazione effettuata e di sostanza impiegata***.
Tali dispositivi sono da utilizzarsi in caso di:

- manipolazione di agenti chimici, che possono penetrare facilmente attraverso la cute o reagire con essa;
- lavorazioni a basse (es. sostanze criogene) o ad elevate temperature (es. stufe, mantelli riscaldanti, ecc.);
- manipolazione di oggetti taglienti.

I guanti devono essere:

- del tipo adatto alla manipolazione della sostanza utilizzata come indicato nella Scheda Dati di Sicurezza relativa);
- di una taglia superiore a quella propria dell'operatore che li indossa quando si affrontano operazioni di travaso di liquidi criogenici o in genere di liquidi pericolosi, in modo che siano facilmente sfilabili in situazioni di emergenza:
- controllati prima di essere indossati (prova di tenuta);
- indossati sopra le maniche del camice, in modo che eventuali gocce di liquido non siano veicolate sotto il camice;
- in caso di utilizzo di sostanze particolarmente pericolose quali ad esempio cancerogeni e mutageni è opportuno indossare un doppio paio di guanti;
- asciugati e successivamente lavati prima di essere tolti, qualora debbano essere riutilizzati;
- tolti prima di rispondere al telefono, aprire la porta, consultare testi, ecc., onde evitare contaminazioni dell'ambiente di lavoro;
- puliti e riposti in luogo riparato oppure, se monouso, eliminati in apposito contenitore.

8.5. Altri indumenti protettivi

I camici devono essere indossati in ogni caso quando si lavora all'interno di un laboratorio chimico e chimico biologico.

Si utilizzano **scarpe di sicurezza** con protezione antisfondamento in caso di movimentazione di carichi (es. bombole, fusti di liquidi, ecc.).

Per lavorazioni particolari che comportano l'esposizione di tutto il corpo ad agenti chimici particolarmente aggressivi (es. fitofarmaci) ovvero a temperature molto basse o elevate, si possono utilizzare **grembiuli di protezione** o, nei casi più problematici, **tute a proiezione specifica**.

9. PROCEDURE DI EMERGENZA

A seguito di una emergenza che comporti o meno danno alle persone, avvisare sempre l'Area Ambiente e Sicurezza e compilare il modulo di segnalazione incidente, reperibile anche sul sito Web alla pagina http://www.unipv.it/safety/norme/moduli.htm

9.1. Dispositivi di emergenza

Presso ogni laboratorio o gruppo di laboratori (in caso di locali contigui e/o di piccole dimensioni), vi devono essere i seguenti dispositivi:

- una **stazione di lavaggio oculare (doccetta lavaocchi o spruzzetta con soluzione fisiologica)**;
- una **coperta antifiamma**;
- un **kit per l'adsorbimento e la neutralizzazione** di sostanze chimiche:
- una **maschera antigas con filtro universale**.

Ad ogni piano della Struttura che ospita almeno un laboratorio chimico o chimico-biologico vi deve essere inoltre almeno una **doccia di emergenza** ed un **presidio di primo soccorso**.
Tutti i dispositivi di emergenza devono essere:

- segnalati mediante idonea cartellonistica;
- facilmente e rapidamente accessibili;
- verificati periodicamente e mantenuti in condizioni di efficienza.

9.2. Versamento di prodotti chimici

- consultare la Scheda Dati di Sicurezza della sostanza versata, prima di effettuare qualsiasi operazione;
- indossare gli idonei Dispositivi di Protezione Individuale, cosi come indicato nella Scheda Dati di Sicurezza relativa alla sostanza versata;
- dare l'allarme ed avvisare la squadra di emergenza, in caso di versamenti estesi e/o di sostanze particolarmente pericolose (es. agenti ad elevata tossicità, cancerogeni e mutageni, liquidi altamente infiammabili, ecc.).

9.2.1. Liquidi infiammabili e tossici

- provvedere all'estinzione, se incendiati, utilizzando l'agente estinguente più appropriato, cosi come indicato nella Scheda Dati di Sicurezza;
- spargere l'adsorbente prima attorno al liquido versato e poi sopra;
- riporre il materiale adsorbito in un recipiente idoneo ed avviano a smaltimento.

9.2.2. Liquidi corrosivi

- adsorbire o, meglio, neutralizzare l'agente;
- riporre il materiale adsorbito o neutralizzato in un recipiente idoneo ed avviano a smaltimento.

9.2.3. Agenti tossici solidi

- inumidire il materiale con liquido adatto (attenzione alle incompatibilità) e riporre il tutto in contenitore di plastica a tenuta;
- in alternativa, aspirare il materiale previo filtraggio.

9.2.4. In caso di contaminazione personale

- attenersi a quanto indicato sulla Scheda Dati di Sicurezza;
- tamponare con carta assorbente la zona della pelle o gli abiti sui quali è avvenuto il versamento;
- togliere gli indumenti contaminati (si può agire efficacemente tagliandoli) unitamente ai mezzi protettivi (maschere, guanti ecc); riporre tali oggetti in sacchetti di plastica in modo da evitare la contaminazione di altri oggetti e dell'area. Porre attenzione a non contaminare occhi, bocca e narici;
- tagliare la ciocca di capelli eventualmente contaminata, non fare assolutamente lo shampoo;

- lavare solo la parte contaminata con acqua corrente (non usare acqua calda), cercando di non estendere la contaminazione e facendo attenzione a non danneggiare la pelle; è possibile usare una spazzola morbida e sapone neutro;
- sciacquare gli occhi e la bocca più volte con acqua o soluzione fisiologica; non ingerire liquidi o farmaci di qualsiasi natura.

9.2.5. In caso di infortunio o intossicazione

- avvisare l'addetto al primo soccorso;
- accompagnare l'infortunato in ospedale con la Scheda Dati di Sicurezza della sostanza o comunque con il nome esatto della sostanza (o con il suo numero CAS).

9.2.6. Operazioni conclusive

- verificare la rimozione delle cause del versamento;
- pulire a fondo le superfici interessate dal versamento;
- aerare il locale prima di riprendere l'attività.

9.3. Fuga di gas

9.3.1. In caso di incendio:

- interrompere l'erogazione di gas nel laboratorio o nell'intero edificio;
- raffreddare l'involucro della bombola, onde evitarne lo scoppio;
- mettere in sicurezza eventuali bombole prossime alla zona in emergenza;
- dare l'allarme ed avvisare la squadra di emergenza.

9.3.2. In caso di fuoriuscita di gas infiammabile o comburente:

- interrompere prima di tutto, se possibile, l'erogazione del gas (non tentare di spegnere gas incendiato se non si è interrotta la fuoriuscita di gas);
- spegnere eventuali fiamme libere;
- aprire le finestre solo se ciò non costituisce maggior danno (formazione di miscela esplosiva);
- abbandonare il locale e chiudere la porta;
- togliere tensione al locale (solo se l'interruttore è situato al di fuori del locale);
- dare l'allarme ed avvisare la squadra di emergenza.

9.3.3. In caso di fuoriuscita di gas tossico o inerte:

- interrompere l'erogazione di gas;
- aprire le finestre ed attivare i sistemi di areazione del locale (cappe, ventilazione forzata);
- abbandonare il locale e chiudere la porta;
- dare l'allarme ed avvisare la squadra di emergenza;
- attendere un certo periodo di tempo prima di rientrare;
- effettuare l'operazione di rientro alla presenza almeno di un altro operatore che resta all'esterno del locale, pronto ad intervenire.

9.3.4. In caso di infortunio o intossicazione:

- avvisare l'addetto al primo soccorso;
- attenersi a quanto previsto nella Scheda Dati di Sicurezza specifica;
- accompagnare l'infortunato al Pronto Soccorso con la Scheda Dati di Sicurezza del gas e comunque con il nome esatto della sostanza (o il numero CAS).

9.3.5. Operazioni conclusive

- accertarsi che la causa della perdita sia stata rimossa;
- aerare il locale prima di riprendere l'attività.

10. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

10.1. Legislazione

10.1.1. Igiene e Sicurezza

D.P.R. 547/55	Norme per la prevenzione degli intbrtuni sul lavoro.
D.P.R. 303/56	Norme generali per l'igiene del lavoro.
D.Lgs. 475/92	Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989. in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale.
D. Lgs. Governo n. 475 del 04/12/1992	Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale
D.Lgs 626/94 e s.m.i. (D.Lgs. 66/00-D.Lgs. 25/02, DM 26/02/04)	Attuazione delle direttive 89/39ICEE, 89/654/CEE. 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE. 90/394/CEE e 90/679/CEE. 93/88/CEE, 95/63/CE. 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE e 200 1/45/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
D.Lgs. 493/96	Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
D.M. 363/98	Regolamento recante norme per l'individuazione delle particolari esigenze delle università e degli istituti di istruzione universitaria ai fini delle norme contenute nel D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni.
D.P.R. 126/98	Regolamento recante norme per l'attuazione della Direttiva 94/9/CE in materia d'apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere usati in atmosfera potenzialmente esplosiva
DPR 22/10/01, n. 462	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
D.M. 02/05/2001	Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuali
D.Lgs. 233/03	Attuazione della Direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio d'atmosfere esplosive
UNI EN 1127-1	Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione - Concetti fondamentale e metodologia.
EN 60079-10 (CEI 3 1-30)	"Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per presenza di gas - Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi"
GUIDA CEI 31-35	"Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-l0 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi"
GUIDA CEI 31-35/A	"Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-IO (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi d'applicazione"
EN 50281-3 (CEI 31-52)	"Costruzioni elettriche destinate all'uso in ambienti con presenza di polvere combustibile Parte 3: classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili"

10.1.2. Agenti chimici

Direttiva 67/548/CEE e s.m.i.	Ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose (XXIX Adeguamento).
Circolare Min. del Lavoro 46/79	Normativa tecnica generale per la prevenzione dei rischi da ammine aromatiche nelle industrie.
Circolare Min. del Lavoro 61/81	Applicazione della circolare n. 46 del 12 giugno 1979, concernente la normativa tecnica per la prevenzione dei rischi da ammine aromatiche nelle industrie.
D.Lgs. 277/91	Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE. n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, tisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 legge 30 luglio 1990, n. 212.
L. 257/92	Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.
UNI EN 689/97	Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione.
DLgs. 52/97	Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.
D.Lgs. 22/97 e successive modifiche e integrazioni	Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.
D.Lgs. 65/03	Attuazione di direttive comunitarie in materia di classificazione. imballaggio ed etichettatura dei preparati pericolosi, a norma dell'articolo 38 della legge 24 aprile 1998, n. 128

10.1.3. Gas compressi, liquefatti e disciolti e apparecchi a pressione

Attrezzature a pressione	
D.Lgs. 93 del 25/02/2000	Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione
D.M. 329 del 0l/l2/2004	Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'art. 19 del D.Lgs. 25 febbraio 2000, n. 93
Recipienti di gas sotto pressione	
D.M. 12/09/1925	Approvazione del regolamento per le prove e le verifiche dei recipienti destinati al trasporto per ferrovia dei gas compressi. liquefatti o disciolti
D.Lgs. 311 del 27/09/1991	Recepimento delle direttive n. 87/404/CEE e n. 90/488/CEE, in materia di recipienti semplici a pressione.
D.M. 07/01/1999	Codificazione del colore per l'identificazione delle bombole per gas trasportabili
D.M. 15/10/1999	Norme relative alla punzonatura ed alle iscrizioni sui recipienti per gas compressi. liquefatti o disciolti
D.M. 03/05/2001	Recepimento della direttiva 2000/61/CE 10 ottobre 2000 del Parlamento europeo che modifica la direttiva 94/55/CE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al trasporto di merci pericolose su strada
D.M. 16/01/2001	Periodicità delle verifiche e revisioni di bombole, tubi, fusti a pressione. incastellature di bombole e recipienti criogenici
D.M. 19/04/2001	Progettazione. costruzione e verifiche di approvazione e revisione delle bombole in acciaio senza saldatura di capacità compresa tra 0,5 e 5 litri
Gas tossici	
R.D. 147 del 09/01/1927	"Approvazione del regolamento speciale per l'impiego dei gas tossici" in particolare artt. 42, 46, 54, 58, 61 c. 2 e c. 3
Prevenzione degli incendi	
D.P.R. 689 del 26/05/1959	Determinazione delle aziende e delle lavorazioni soggette. Ai fini della prevenzione incendi, al preventivo esame ed al collaudo del Comando del Corpo dei Vigili del fuoco
D.M. 16/02/1982	Modificazioni del decreto ministeriale 17 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
D.P.R. 37 del 12/01/1998	Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell'articolo 20. comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59
Circolare 9 del 5 maggio1998	D.P.R. 12 gennaio 1998, n. 37- Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi – Chiarimenti applicativi
D.M. 04/05/1998	Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco
D.M. 10/03/1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
Atmosfere esplosive	
D.P.R 462 del 22/10/2001	"Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi", in particolare Capi III e IV
D.Lgs. 233 del 12/06/2003	Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive

10.2. Regolamenti interni d'Ateneo

- *Regolamento per la salute nei luoghi di lavoro*
- *Regolamento per il funzionamento degli stabilimenti utilizzatori e di allevamento di animali per la sperimentazione*;
- *Norme di sicurezza laser*;
- *Norme operative interne di radioprotezione*;
- *Norme operative interne relative al rischio associato a campi elettromagnetici a radio frequenza e microonde, campi magnetici statici, impianti a risonanza magnetica nucleare e sostanze criogene*;
- *Piano di Pronto Soccorso*;
- *Coordinamento delle attività di sicurezza e prevenzione negli appalti, contratti d'opera, fornitura e servizi e nelle attività esterne*;
- *Piano di Emergenza ed Evacuazione*;
- *Regolamento interno dell'Ateneo pavese per la produzione, lo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti speciali, speciali pericolosi*;
- *Regolamento interno d'Ateneo per l'utilizzo di agenti biologici e chimici pericolosi*

L'elenco dei regolamenti e i relativi aggiornamenti sono presenti alla pagina del sito dell'Area Ambiente e Sicurezza: http://www.unipv.it/safety

10.3. Bibliografia essenziale

AA.VV., *ChimicaSicura*; Dossier Ambiente n. 42/1998 - Associazione Ambiente e Lavoro, Sesto San Giovanni (MI), 1998
AA.VV., *Linee guida perla Valutazione del Rischio - D.L.vo 626/94 -Applicazione agli Uffici Amministrativi e ai Laboratori Scientifici di strutture pubbliche e private*; Fogli di informazione; ISPESL Monte Porzio Catone (RM)
AIDII, *Valori limite di soglia - Indici biologici di esposizione*; ACGIH 2004
American Chemical Society, Committee on Chemical Safety, *Safety in Academic Chemistry Laboratories*; booklet, 1976
Benvenuti F., Campanella L., Lupini M.A., *Rischi e misure di prevenzione nei laboratori chimici di ricerca e didattica*; Fogli di informazione, II Suppl. monografico, Anno III, N. 4-1 990; ISPESL, Monte Porzio Catone (RM)
Mari R.., *Gas tossici*; Il Sole 24Ore Pirola Editore, Milano, 1998
Parodi E., *Progettazione e realizzazione di laboratori chimici*; Pirola Editore, Milano, 1990
Polesello A., *Le cappe per chimica*, Laboratorio 2000, anno 14, n. 7, pp. 36-51, LAB.E.U.T.A. Edizioni, Milano, 2000
ACGHI®'s *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice 25th Edition*, 2004.
Lewis, Richard J., Sr, Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials (10th Edition), John Wiley & Sons, 2000.

Tale documentazione è disponibile anche presso l'Area Ambiente e Sicurezza.

ALLEGATO 1 – VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

ALLEGATO VIII-bis del D.Lgs. 626/94 e s.m.i.
(art. 61c comma 2, art. 62, comma 3 e art. 72 comma 2, lettera a)

Nome Agente	*EINECS (1)*	*CAS (2)*	*Valore limite di esposizione professionale*		*Osservazioni*	*Misure transitorie*
			mg/m³ (3)	*ppm (4)*		
Benzene	*200-753-7*	*71-43-2*	*3,25 (5)*	*1 (5)*	*Pelle (6)*	
Cloruro di vinile monomero	*200-831*	*75-01-4*	*7,77 (5)*	*3 (5)*	*-*	*-*
Polveri di legno	*-*	*-*	*5,00 (5) (7)*	*-*	*-*	*-*

(1) EINECS: Inventario europeo delle sostanze chimiche esistenti (European Inventory of Existing Chemical Substances).
(2) CAS: Numero Chemical Abstract Service.
(3) mg/m^3= milligrammi per metro cubo d'aria a 20°C' e 101,3 kPa (corrispondenti a 760 mm di Hg).
(4) ppm = parti per milione nell'aria (in volume: ml/m^3).
(5) Valori misurati o calcolati in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore.
(6) Sostanziale contributo al carico corporeo totale attraverso la possibile esposizione cutanea.
(7) Frazione inalabile: se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione.

ALLEGATO VIII-ter del D.Lgs. 626/94 e s.m.i.
(art. 72-ter, comma 1, lettera d – come modificato dal Decreto 26 febbraio 2004 del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali)

EINECS (1)	**CAS** (2)	**NOME AGENTE**	**Valori Limite**				**Notazione** (3)
			8 ore (4)		**Breve Termine** (5)		
			mg/m³ (6)	**ppm** (7)	**mg/m³** (6)	**ppm** (7)	
200-467-2	60-29-7	Dietiletere	308	100	616	200	-
200-662-2	67-64-1	Acetone	1210	500	-	-	-
200-663-8	67-66-3	Cloroformio	10	2	-	-	Pelle
200-756-3	71-55-6	Tricloroetano 1,1,1	555	100	1110	200	-
200-834-7	75-04-7	Etilammina	9,4	5	-	-	-
200-863-5	75-34-3	Dicloroetano, 1,1	412	100	-	-	Pelle
200-870-3	75-44-5	Fosgene	0,08	0,02	0,4	0,1	-
200-871-9	75-45-6	Clorodifluorometano	3600	1000	-	-	-

EINECS (1)	CAS (2)	NOME AGENTE	Valori Limite				Notazione (3)
			8 ore (4)		Breve Termine (5)		
			mg/m^3 (6)	ppm (7)	mg/m^3 (6)	ppm (7)	
201-159-0	78-93-3	Butanone	600	200	900	300	-
201-176-3	79-09-4	Acido propionico	31	10	62	20	-
202-422-2	95-47-6	o-Xilene	221	50	442	100	Pelle
202-425-9	95-50-1	Diclorobenzene, 1,2	122	20	306	50	Pelle
202-436-9	95-63-6	1,2,4-Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
202-704-5	98-82-8	Rumene	100	20	250	50	Pelle
202-705-0	98-83-9	Fenilpropene, 2	246	50	492	100	-
202-849-4	100-41-4	Etilbenzene	442	100	884	200	Pelle
203-313-2	105-60-2	_-Caprolattame (polveri e vapori) (8)	10	-	40	-	-
203-388-1	106-35-4	Eptan-3-one	95	20	-	-	-
203-396-5	106-42-3	p-Xilene	221	50	442	100	Pelle
203-400-5	106-46-7	Diclorobenzene, 1,4	122	20	306	50	-
203-470-7	107-18-6	Alcole allilico	4,8	2	12,1	5	Pelle
203-473-3	107-21-1	Etilen glicol	52	20	104	40	Pelle
203-539-1	107-98-2	Metossipropanolo-2,1	375	100	568	150	Pelle
203-550-1	108-10-1	Metilpenta-2one,4	83	20	208	50	-
203-576-3	108-38-3	m-Xilene	221	50	442	100	Pelle
203-603-9	108-65-6	2-Metossi-1-etiletilacetato	275	50	550	100	Pelle
203-604-4	108-67-8	Mesitilene (1,3,5-trimetilbenzene)	100	20	-	-	-
203-628-5	108-90-7	Clorobenzene	47	10	94	20	-
203-631-1	108-94-1	Cicloesanone	40,8	10	81,6	20	Pelle
203-632-7	108-95-2	Fenolo	7,8	2	-	-	Pelle
203-726-8	108-99-9	Tetraidrofurano	150	50	300	100	Pelle
203-737-8	110-12-3	5-Metilesan-2-one	95	20	-	-	-
203-767-1	110-43-0	Eptano-2-one	238	50	475	100	Pelle
203-808-3	110-85-0	Piperazina (polvere e vapore) 8)	0,1	-	0,3	-	-
203-905-0	111-76-2	Butossietanolo – 2	98	20	246	50	Pelle
203-933-3	112-07-2	2-Butossietilacetato	133	20	333	50	Pelle
204-065-8	115-10-6	Etere dimetilico	1920	1000	-	-	-

EINECS (1)	CAS (2)	NOME AGENTE	Valori Limite				Notazione (3)
			8 ore (4)		8 ore (4)		
			mg/m^3 (6)	ppm (7)	mg/m^3 (6)	ppm (7)	
204-428-0	120-82-1	1,2,4-Triclorobenzene	15,1	2	37,8	5	Pelle
204-469-4	121-44-8	Trietilammina	8,4	2	12,6	3	Pelle
204-662-3	123-92-2	Acetato di isoamile	270	50	540	100	-
204-697-4	124-40-3	Dimetilammina	3,8	2	9,4	5	-
204-826-4	127-19-5	N,N-Dimetilacetamminde	36	10	72	20	Pelle
205-480-7	141-32-2	Acrilato di n-butile	11	2	53	10	-
205-563-8	142-82-5	Eptano, n-	2085	500	-	-	-
208-394-8	526-73-8	1,2,3-Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
208-793-7	541-85-5	5-Metileptano-3-one	53	10	107	20	-
210-946-8	626-38-0	Acetato di 1-metilbutile	270	50	540	100	-
211-047-3	628-63-7	Acetato di pentile	270	50	540	100	-
	620-11-1	Acetato di 3-amile	270	50	540	100	-
	625-16-1	Acetato di terz-amile	270	50	540	100	-
215-535-7	1330-20-7	Xilene, isomeri misti, puro	221	50	442	100	Pelle
222-995-2	3689-24-5	Sulfotep	0,1	-	-	-	Pelle
231-634-8	7664-39-3	Acido fluoridrico	1,5	1,8	2,5	3	-
231-131-3	7440-22-4	Argento, metallico	0,1	-	-	-	-
231-595-7	7647-01-0	Acido cloridrico	8	5	15	10	-
231-633-2	7664-38-2	Acido ortofosforico	1	-	2	-	-
231-635-3	7664-41-7	Ammoniaca anidra	14	20	36	50	-
231-954-8	7782-41-4	Fluoro	1,58	1	3,16	2	-
231-978-9	7783-07-5	Seleniuro di idrogeno	0,07	0,02	0,17	0,05	-
233-113-0	10035-10-6	Acido Bromidrico	-	-	6,7	2	-
247-852-1	26628-22-8	Azoturo di sodio	0,1	-	0,3	-	-
252-104-2	34590-94-8	(2-Metossimetiletossi)-propanolo	308	50	-	-	Pelle
		Fluoruri inorganici (espressi come F)	2,5	-	-	-	-
		Piombo inorganico e suoi composti	0,15				

1 EINECS: European Inventory of Existing Chemical Substances.

2 CAS: Chemical Abstract Service Registry Number.

3 La notazione "Pelle" attribuita ai valori limite di esposizione indica la possibilità di assorbimento significativo attraverso la pelle.

4 Misurato e calcolato rispetto a un periodo di riferimento di 8 ore.

5 Valore limite al di sopra del quale non vi deve essere esposizione e si riferisce ad un periodo di 15 minuti, se non altrimenti specificato.

6 mg/m^3 milligrammi per metro cubo di aria a 20°C e 101,3 kPa.

7 ppm: parti per milione per volume di aria (ml/m^3).

8 Il metodo di misurazione deve rilevare contemporaneamente polvere e vapore.

ALLEGATO 2 - REGISTRO DI UTILIZZO AGENTI CANCEROGENI E MUTAGENI (R45, R46 E R49) — D.Lgs. 626/94 e succ. mod. e int.

FAC-SIMILE *(da riprodurre su carta intestata)*

Struttura: ………..………………..………………………………………………………………………………..
Laboratorio:..……………………………………………………………………………………………………
Responsabile delle attività:…..........…………………………………………..…………………………….

Data	Operatore	Agente cancerogeno e/o mutageno	Quantità e Concentrazione	Stato fisico	Tipologia di impiego (attività)	Tempo di utilizzo	Firma

IL RESPONSABILE DI LABORATORIO

ALLEGATO 3 - ELENCO DEI GAS TOSSICI
(RD 147/27, DM 6/2/35, succ. mod. e integr.)

GAS	TLV (ACGIH 2004)*		
	TWA	STEL	C
Acido cianidrico			4.7 ppm
Acido fluoridrico			3 ppm
Ammoniaca	25 ppm	35 ppm	
Anidride solforosa	2 ppm	5 ppm	
Benzina (contenenti composti organo-metallici ed altre sostanze tossiche)	300 ppm	500 ppm	
Bromuro di metile	1 ppm		
Cianogeno (bromuro, cloruro)	10 ppm		
Cianuro di zinco, di bario, di cadmio, di argento, di rame			
Cloro	0.5 ppm	1 ppm	
Cloropicrina	0.1 ppm		
Cloruro di metile	50 ppm	100 ppm	
Dietil-solfuro			
Dimetil-solturo	10 ppm		
Etere ciano-carbonico			
Etil-isopropil-solfuro			
Etil-mercaptano	0.5 ppm		
Fosgene	0.1 ppm		
Idrogeno fosforato			
Isonitrili			
Metil-mercaptano	0.5 ppm		
Ossido di etilene	1 ppm		
Piombo tetraetile	0.1 mg/mc		
Piombo tetrametile	0.15 mg/mc		
Solfato di metile			
Solfuro di carbonio	10 ppm		
Tetraidrotiofene			
Trifluoruro di boro			1 ppm

*Fonte: Mari R.., Gas tossici; Il Sole 24Ore Pirola Editore, 1998, aggiornato con le tabelle ACGIH 2004.

TLV-TWA (Time Weighted Average): concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata lavorativa di 8 ore e su 40 ore lavorative settimanali.

TLV-STEL (Short Time Exposure Limit): concentrazione alla quale i lavoratori possono essere esposti continuativamente per breve periodo di tempo (15 minuti), purché il TLV-TWA giornaliero non venga superato.

TLV-C (Ceiling): concentrazione che non deve essere superata durante l’attività lavorativa nemmeno per un brevissimo periodo di tempo.

ALLEGATO 4 - FILTRI PER DISPOSITIVI DI ASPIRAZIONE

Adsorbente: CARBONE ATTIVO

Impregnante	Inquinante	Azione svolta
Nessuno	Idrocarburi alifatici e aromatici, solventi, vapori organici, aldeidi, chetoni, alcoli, acidi organici, esteri, alogeni, composti solforati, composti azotati	*Adsorbimento*
Bromo	Etilene e altri alcheni	*Conversione a dibromuro*
Acetato di Piombo	Idrogeno solforato	*Conversione a PbS*
Acido fosforico	Ammine, ammoniaca	*Neutralizzazione*
Silicato di sodio	Acido fluoridrico	*Conversione in fluorosilicati*
Iodio	Mercurio	*Conversione in* HgI_2
Zolfo	Mercurio	*Conversione in HgS*
Solfuro di sodio	Formaldeide	*Neutralizzazione*
Carbonato o bicarbonato di Na	Vapori acidi	*Neutralizzazione*
Ossidi metallici (Cu, Cr, ecc.), metalli nobili	Gas ossidabili, zolfo, idrogeno solforato e mercaptani	*Neutralizzazione*

Fonte: Labor Security System Srl, Santa Lucia di Piave (TV), 2000

ALLEGATO 5 - FILTRI PER MASCHERE ANTIGAS

Tipo	*Protezione da*	*Colore distintivo*
A	Gas e vapori organici (t. eboll. > 65°C)	MARRONE
B	Gas e vapori inorganici (escluso CO)	GRIGIO
E	Anidride solforosa — Gas e vapori acidi	GIALLO
K	Ammoniaca e suoi derivati organici	VERDE
P	Polveri	BIANCO
NOP3	Vapori e fumi nitrosi (NO-NO_2-NO_3)	BLU con fascia BIANCA
HgP3	Vapori di mercurio	ROSSO con fascia BIANCA
AX	Composti basso bollenti (t. eboll. <65°C)	MARRONE
SX	Composti specifici particolari	VIOLETTO
CO	Monossido di carbonio	NERO

Fonti: UNI EN 141, UNI EN 371, UNI EN 372

I filtri A, B, E, K possono essere anche tra di loro combinati (filtro polivalente), nel qual caso la colorazione è una serie di fasce di colori riferiti ai tipi di base.

I filtri antigas combinati con antipolvere sono contraddistinti da una fascia bianca

ALLEGATO 6 - COLORI DISTINTIVI DEI GAS E FAMIGLIE

Gas	Ogiva bombola Vecchia colorazione valida fino al 30/06/2006	Ogiva bombola Nuova colorazione
Acetilene	arancione	N marrone rossiccio
Ammoniaca	verde	N giallo
Anidride carbonica	grigio chiaro	N grigio
Argon	amaranto	N verde scuro
Azoto	nero	nero
Cloro	giallo	giallo
Elio	marrone	marrone
Idrogeno	rosso	rosso
Ossigeno	bianco	bianco
Azoto Protossido	blu	blu
Inerti	alluminio	N verde brillante
Infiammabili	alluminio	N rosso
Ossidanti	alluminio	N blu chiaro
Tossici e/o Corrosivi	giallo	giallo

ALLEGATO 7a – PERIODICITÀ DELLE REVISIONI SULLE BOMBOLE PER GAS COMPRESSI, LIQUEFATTI E DISCIOLTI SOTTO PRESSIONE - DISPOSIZIONI GENERALI

Periodicità in anni delle verifiche sulle bombole per lo stoccaggio di gas compressi, liquefatti e disciolti (D.M. 16/01/2001, estratto)

Aria compressa	10
Argo compresso	10
Elio compresso	10
Azoto compresso	10
Ossigeno compresso	10
Idrogeno compresso	5
Metano compresso	5
Idrocarburi gassosi in miscela compressa, n.a.s.	5
Monossido di carbonio compresso	5
Fluoro compresso	5
Ossido nitrico compresso	3
Biossido di carbonio	10
Protossido di azoto	10
Idrocarburi gassosi in miscela liquefatti, n.a.s.	10
Gas liquefatto tossico, n.a.s.	5
Ammoniaca anidra	5
Cloro	3
Fosgene	3
Acetilene disciolta	5
Ammoniaca in soluzione acquosa	5
Elio liquido refrigerato	10
Azoto liquido refrigerato	10
Biossido di carbonio liquido refrigerato	10
Aria liquida refrigerata	10
Ossigeno liquido refrigerato	10
Protossido di azoto liquido refrigerato	10

ALLEGATO 7b – PERIODICITÀ DELLE REVISIONI SULLE BOMBOLE PER GAS COMPRESSI, LIQUEFATTI E DISCIOLTI SOTTO PRESSIONE - DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER PICCOLE BOMBOLE

Termine di prima verifica delle bombole aventi volume da 0,5 L a 5 L, in funzione del contenuto e della data di fabbricazione

Bombole contenenti gas compressi asfissianti, gas liquefatti asfissianti e comburenti, gas liquefatti infiammabili, gas liquefatti refrigerati asfissianti, comburenti e infiammabili.

Bombole da 0,5 a 5 litri fabbricate	Revisione entro
dal 1° gennaio 1986 al 31 dicembre 1990	30 giugno 2005
dal 1° gennaio 1991 al 31 dicembre 1995	30 giugno 2006
dal 1° gennaio 1996 al 31 dicembre 1996	30 giugno 2007
dal 1° gennaio 1997 al 31 dicembre 1997	30 giugno 2008
dal 1° gennaio 1998 al 31 dicembre 1998	30 giugno 2009
dal 1° gennaio 1999 al 31 dicembre 1999	30 giugno 2010
dal 1° gennaio 2000 al 31 dicembre 2000	30 giugno 2011
dal 1° gennaio 2001 al 10 agosto 2001	30 giugno 2012

Bombole contenenti gas compressi infiammabili, tossici, corrosivi, comburenti, gas liquefatti tossici, gas disciolti sotto pressione infiammabili, tossici e corrosivi.

Bombole da 0,5 a 5 litri fabbricate	Revisione entro
dal 1° gennaio 1986 al 31 dicembre 1990	30 giugno 2005
dal 1° gennaio 1991 al 31 dicembre 1995	30 giugno 2006
dal 1° gennaio 1996 al 10 agosto 1996	30 giugno 2007

ALLEGATO 8

Segnali di divieto

Vietato l'accesso

Vietato usare fiamme libere

Vietato fumare

Segnali di pericolo

Sostanza comburente

Sostanza corrosiva

Sostanza esplosiva

Sostanza tossica

Sostanza criogena

Sostanza infiammabile

Sostanza nociva/irritante

Segnali di obbligo

Calzature di sicurezza obbligatoria

Guanti di protezione obbligatoria

Protezione obbligatoria agli occhi

Protezione obbligatoria delle vie respiratorie

Protezione obbligatoria del viso

Protezione obbligatoria del corpo

Segnali di salvataggio

Stazione di lavaggio oculare

Doccia di emergenza

Segnali di antincendio

Estintore